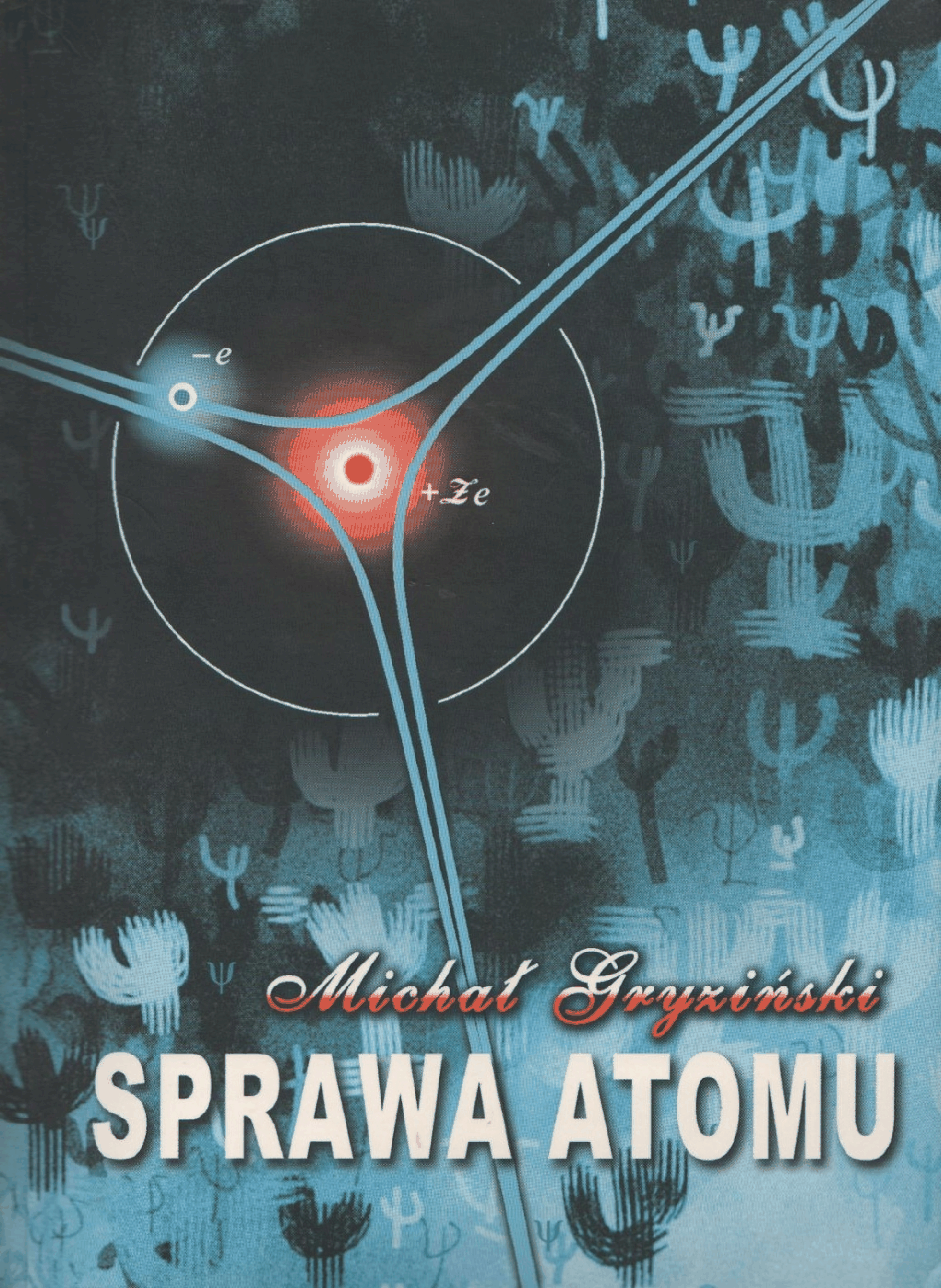


Michał Gryziński

SPRAWA ATOMU

Sprawa atomu

Pamięci Tych,

którzy mi dali więcej, niż wielki pieniądz dać może.

Pamięci moich Rodziców.



Człowiek - system badający Świat.
Ludzkie zmysły - system detekcji zdarzeń.
Ludzki umysł - system logiczny, analizujący informacje o zdarzeniach.

Michał Gryziński

SPRAWA ATOMU

Szkice ilustracji w artystyczną rzeczywistość przekształciła Hanna Gryzińska.

Homo-Sapiens
Warszawa 2002

Sprawa atomu

Homo sapiens – tel.815-36-30
04-644 Warszawa ul.Axentowicza 3/16

drukarnia Efekt – tel.619-60-58
03-802 Warszawa ul.Lubelska 30/32

ISBN 83–905124–8–3
(SWW 2712–1)

Rysunki i ilustracje: ***Hanna Gryzińska,***
Skład komputerowy: ***Michał A.Gryziński.***

PRZEDMOWA

Atom – podstawowy, *inteligentny klocek* mikroskopowego świata, w zależności od okoliczności wchodzi w takie, czy inne „koligacje" dając początek niewiarygodnemu bogactwu otaczającego nas świata. To on, określa strukturę DNA i tkwi u podstaw życia. Rozszyfrowanie jego budowy, to początek drogi do rozszyfrowania funkcjonowania żywych organizmów. W powszechnym przekonaniu etap rozszyfrowania budowy atomu mamy już za sobą. Niestety, prawda jest inna. Na trop tej prawdy wpadłem już na pierwszym etapie moich czterdziestu lat pracy analizując ogromną wiedzę zakodowaną w wynikach pomiarów, jakich dostarczały i dostarczają niezliczone eksperymenty z fizyki atomowej i chemii molekularnej. Okazało się, że *już w początkowym stadium badań atomowych popełniono kardynalne błędy, które doprowadziły do powstania całkowicie fałszywego obrazu atomu.* W rezultacie, nasze aktualne rozumienie procesów w skali mikro jest dalekie od rzeczywistości.

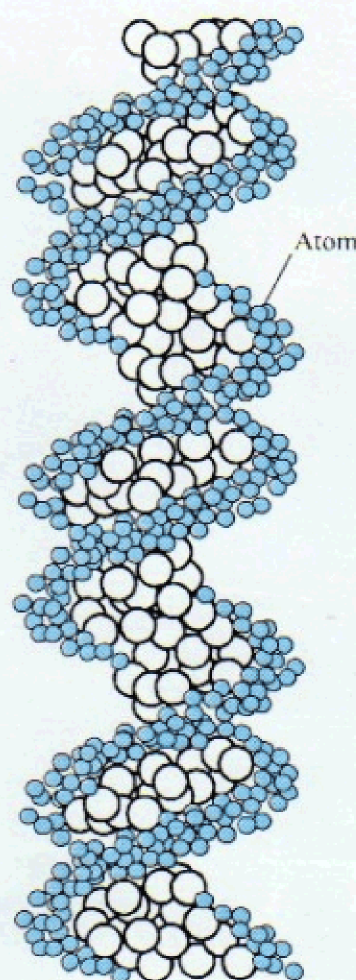
Marzenie autora – aby „sprawa atomu" trafiła pod „strzechy". Na następnych stronach tej książki, w kilku – w miarę lekkich w formie, ale ścisłych merytorycznie odcinkach, postaram się zrelacjonować czytelnikom istotę zebranych przeze mnie argumentów, świadczących o konieczności rewizji istniejących poglądów na pojmowanie mikroskopowego świata. Jest moim zamysłem, zrobić to tak, aby jak najszerszemu gronu umożliwić aktywną obserwację tych sporów. Niektórych być może pobudzić do podjęcia głębszych dociekań w tej fascynującej i perfekcyjnie logicznej zabawie, a ludziom nauki dać alternatywną wizję rozwiązania problemu. Młodych gorąco zachęcam do zainteresowania się tą tematyką. Myślę, że rozwiązywanie atomowej krzyżówki jest nie mniej ciekawe, niż współuczestniczenie w telewizyjnej wielkiej grze. Nie można tu, co prawda wygrać ani miliona, ani samochodu, ale satysfakcja płynąca ze zrozumienia jak biegają w otaczającej nas materii niedostrzegalne dla oka elektrony lub, jaki związek może mieć budowa atomu z pięknem kryształu czy z budową ludzkiego genu, jest nie mniejsza niż fascynacja szybkością prowadzonego samochodu.

Aczkolwiek książka opiera się głównie na wynikach prac już opublikowanych, to są w niej również przedstawione, tak wyniki prac niedopuszczonych do druku przez ortodoksyjnych recenzentów – naukowych „cenzorów" skutecznie eliminujących każdą istotnie nową myśl, jak i najnowsze, nigdzie dotąd, nie prezentowane rezultaty badań.

Trzy pierwsze rozdziały książki, to popularno naukowy wykład, pozwalający czytelnikom nawet ze średnim wykształceniem zrozumieć istotę mikroskopowej rzeczywistości. Rozdziały czwarty i piąty to profesjonalna argumentacja na rzecz nowego modelu atomu i korpuskularnej natury światła. Rozdziały końcowe to lektura dla wszystkich.

Zawdzięczając tak wiele tak nielicznym ... Obraz atomu przedstawiony w tej książce powstawał przez wiele długich lat. Ponieważ obraz, jaki mi się jawił był całkowitym zaprzeczeniem istniejących poglądów na pojmowanie mikroskopowego świata, dane mi było działać w warunkach bezustannego konfliktu z ortodoksyjnymi wyznawcami powszechnie uznanej teorii. W istocie rzeczy, było by niemożliwe przetrwać w nieprzyjaznym środowisku przez tyle lat, bez takich ludzi, jak Sir David Bates – opoka irlandzkiej fizyki, który z otwartą przyłbicą potrafił stanąć po mojej stronie, czy też bez wielu innych ludzi, u których znajdowałem mniej lub bardziej otwarte wsparcie.

Spirala DNA
podstawowy element budowlany żywego organizmu



ATOM
podstawowy element budowlany spirali DNA

Niemałe znaczenie dla mnie miała obecność objawów sympatii w publikacjach, której autorem był Eugene Rudd z Nebraski. Ogromną satysfakcją było mi dzielić niemal identyczny punkt widzenia na rolę klasycznej dynamiki w fizyce atomowej z Petar Grujic'em z Belgradu.

Do grona ludzi, u których znajdowałem mniejsze, czy większe wsparcie dołączyć należy nieżyjących już znakomitych rosyjskich fizyków: Mikołaja Fedorenkę z niegdysiejszego Leningradu i Lwa Arcimowicza z Moskwy – ten ostatni częstokroć nawiązywał do faktu, że jest prawnukiem dowódcy polskiego oddziału powstańczego z 1863 roku. Bardzo cenna była dla mnie przychylna postawa wieloletniego redaktora Physics Letters, Rudolfa Wienecke z Niemiec – za jego to sprawą szereg moich prac burzących istniejące poglądy na budowę atomu mogło ujrzeć światło dzienne. Spośród ludzi, których miałem okazję spotkać na mojej naukowej drodze, znalazł się wszechstronny teoretyk, wieloletni Dyrektor Harwardzkiego Centrum Astrofizyki, Alex Dalgarno – naukowiec, dla którego mam wiele szacunku za jego otwartość na poglądy wykraczające poza ortodoksyjny schemat.

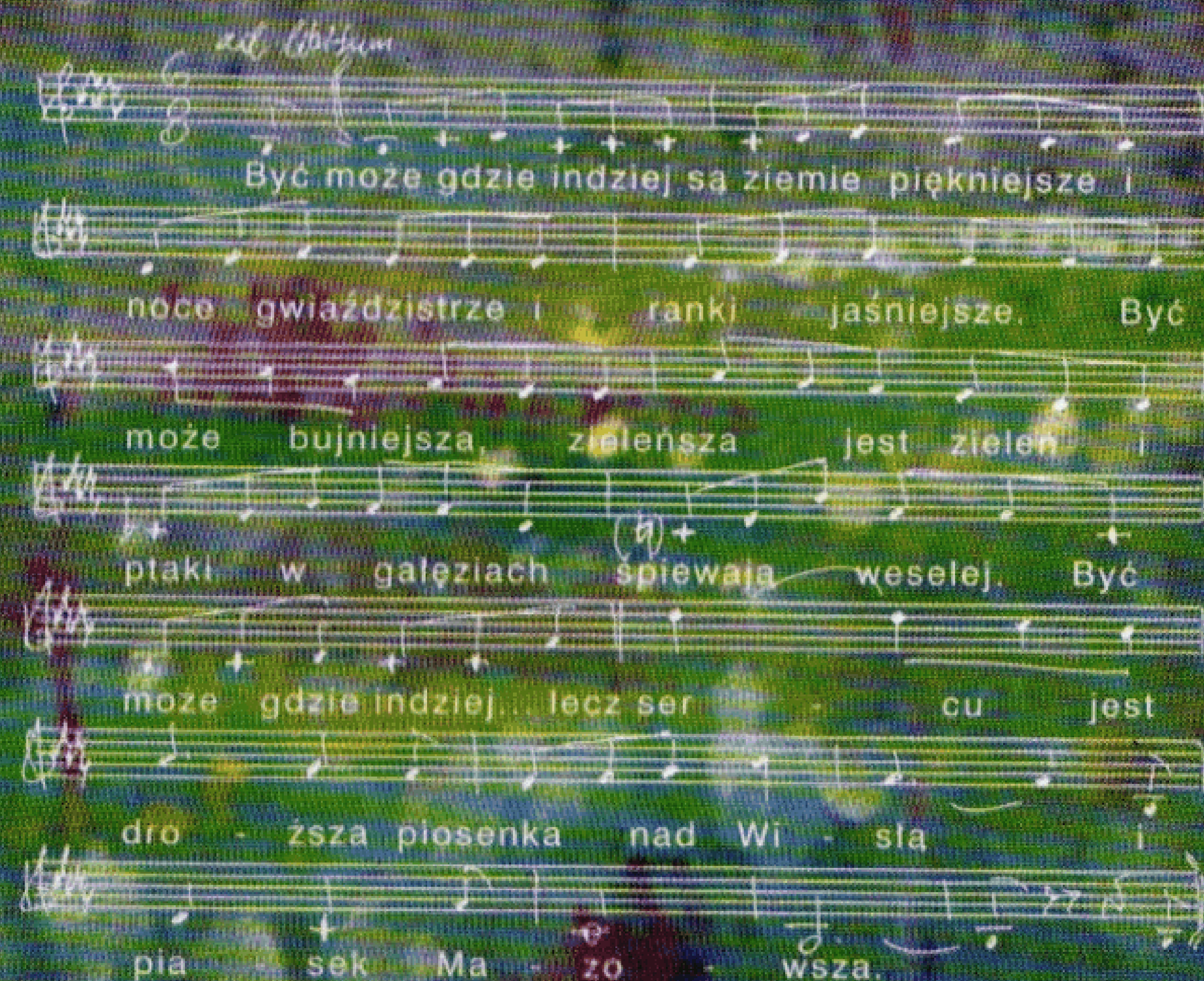
Listę osób, które towarzyszyły mi z własnego wyboru na tej wyboistej drodze zacznę od nazwiska Józefa Kunca, od wielu już lat związanego z Uniwersytetem Południowej Kalifornii w Los Angeles, który nie małe cięgi otrzymał za to, że w jakimś stopniu podziela moje poglądy na budowę atomu. Nie łatwą było rzeczą trwać dłuższy czas przy moim boku w Polsce, z karierą naukową blokowaną przez nietolerancyjne kwantowe lobby. Wytrwała asysta Mariana Kowalskiego, pracującego ze mną najdłużej, którego udział na różnych etapach moich zmagań był największy, była mi szczególnie pomocna. Było wielką przyjemnością pracować przez jakiś czas z Mariuszem Wlazło, czy z młodym fizykiem Anną Okopińską, pierwszą europejską zdobywczynią ośmiotysięcznika Lhotse w Himalajach. A jak mowa o górach, to nie mogę nie wspomnieć o alpiniście Staszku Kulińskim, który z taką samą odwagą, jak atakował górskie szczyty, bronił mnie, innowiercę, przed spaleniem na "kwantowym stosie". Otuliną stwarzającą mi korzystne warunki pracy była grupka kolegów i koleżanek, z którymi przez wiele lat prowadziłem eksperymenty z zakresu kontrolowanej syntezy termojądrowej. Tworzyli ją: Lech Jakubowski, Elżbieta Składnik, Jerzy Nowikowski, Jerzy Langner, Andrzej Jerzykiewicz, Eugeniusz Górski, Jacek Stanisławski, Andrzej Horodeński i dwie urocze panie z sekretariatu: Alicja Gawrońska i Anna Salamońska – żeński tandem nie do pobicia.

Osobne słowa podziękowania należą się Jankowi Piotrowskiemu, siostrzeńcowi mojego serdecznego, nieżyjącego już kolegi Andrzeja Au. To dzięki entuzjazmowi i konkretnej pomocy Janka, parającego się drukowaniem książek, moja wizja atomu mogła dotrzeć do szerszego grona ludzi, tak w Polsce jak i za granicą. Jeżeli mowa o powstawaniu tej książki, to nie mogę nie wspomnieć o Joannie Lorenz, mojej siostrzenicy, mozolnie przepisującej wielokrotnie poprawiany tekst. No i wreszcie o Zbyszku Tucholskim, który w ciągu czterdziestu lat nie opuścił prawie żadnego mojego odczytu, jak i o nieżyjącej już jego żonie, obdarzonej niezwykłym głosem i nieprzeciętną inteligencją wspaniałej Annie German, która potrafiła przyjść na mój odczyt i mogliśmy dyskutować nie tylko o pięknie muzyki, ale i o zawiłościach fizyki.

Na koniec kilka słów o moich pierwszych "studentach" słuchających o atomowym modelu swobodnego spadku i współtwórcach tej edycji. Były nimi moje dzieci: Michał junior, który wziął na siebie ciężar wykonania składu komputerowego książki i Hania, której grafika zadecydowała o jej, daleko odbiegającej od stereotypu, postaci.

Warszawa, grudzień 20, Anno Domini 2001 *Michał Gryziński*

Wszystkim Tym, którzy wspomagali mnie na wyboistej drodze do naukowej prawdy.



Ilustracja do pięknego wiersza St. R. Dobrowolskiego "*Być może...*",
do którego melodię skomponowała i cudownie śpiewała Anna German.

Zapis fortepianowy z nagrań Reprezentacyjnego Zespołu Artystycznego Wojska Polskiego,
z którym często występowała wspaniała Ania, wykonał płk B. Szulia, dyrygent i kompozytor.



W początkach dwudziestego wieku fizycy uznali, że dotarliśmy do granic poznania, gdzie pojęcia dnia życia codziennego tracą swój sens.
Pokażemy, że pojęciowo pomiędzy mikro i makro światem nie ma żadnej różnicy.

Treść

Kwantowy Cesarz i jego matematyczne Cesarstwo.



$$(W^2, p^*_{L1}, \varphi^*) = \int \frac{p^*_{T1}\, dp^*_{T1}}{2E^*_1} \int \prod_{i=2}^{n} \frac{d^3 p^*_i}{2E^*_i}\, \delta^4 \Big(\sum_{i=1}^{n} p^*_i\Big)\Big(W^2 - \big(\sum_{i=1}^{n} p^*_i\big)^2\Big) \sum |\langle f|T|i\rangle|^2$$

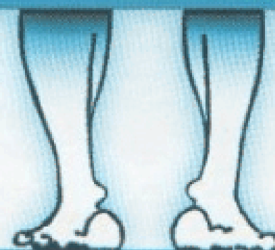
$$\frac{\partial\psi_+}{\partial x_+} = \Big[\frac{\sqrt{\pi}}{2L} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{P^-(n)}{\sqrt{P_0(n)}}\, a^+(n)\, e^{iP(n)x} - \frac{i\sqrt{\pi}}{4Lm} Q_5\Big]\psi_+(x) + \psi_+(x)\Big[\frac{\sqrt{\pi}}{2L}\sum_{n=-\infty}^{\infty}$$

$$\frac{P^-(n)}{\sqrt{P_0(n)}}\, a(n)\, e^{iP(n)x} - \frac{i\sqrt{\pi}}{4Lm} Q_5\Big] \quad \partial_+\psi^*_-\psi_+ + 2\Big(\frac{1}{\varepsilon^+} - \frac{i\pi}{2L}\Big)\psi^*_-\psi_+\}]\cdot\exp\{-ie$$

$$\partial_+\psi^*_-\psi_+ + 2\Big(\frac{1}{\varepsilon^+} - \frac{i\pi}{2L}\Big)\psi^*_-\psi_+\}]\cdot\exp\{-ie\int_{x^+}^{x^++\varepsilon^+} A_+^{(+)}\, dx^+\}\} \quad \psi_-\psi^*_+ = \psi^*_- = \frac{Z^2}{2L}$$

$$(W^2, p^*_{L1}, \varphi^*) = \int \frac{p^*_{T1}\, dp^*_{T1}}{2E^*_1} \int \prod_{i=2}^{n} \frac{d^3 p^*_i}{2E^*_i}\, \delta^4 \Big(\sum_{i=1}^{n} p^*_i\Big)\Big(W^2 - \big(\sum_{i=1}^{n} p^*_i\big)^2\Big) \sum |\langle f|T|i\rangle|^2$$

$${}^*_-\partial_+\psi_- - \partial_+\psi^*_-\psi_+ = \lim_{\varepsilon^+ \to 0}\{\exp\{-ie\int_{x^+}^{x^++\varepsilon^+} A_+^{(-)}\, dx^+\}\cdot\Big[-\frac{ie^{i\pi\varepsilon^+/2Lm}}{\pi\varepsilon^+}\,\frac{L}{Z^2}\cdot\{\psi^*_-\partial_+\psi_-$$



Za parawanem wybujałego matematycznego formalizmu ukryto ubóstwo fizycznej myśli.

1. Fizyka teoretyczna XX-ego wieku na fałszywym tropie

(*mechanika kwantowa – teoria, która powstała, a powstać nie powinna*)

§1. Metodologia postępowania w procesie poznawczym mikroświata
(*od pytania jak, do pytania dlaczego – od faktów, poprzez reguły, do praw*)

§2. Przedmiot sporu: podstawy filozoficzne fizyki mikroświata
(*nauka to determinizm, a indeterminizm to religia*)

§3. Wniosek o rewizję wyroku z przed 70 lat
(*SPRAWA ATOMU: kluczowe fakty i kluczowe argumenty*)

§4. Komentarz do wniosku o powtórne otwarcie sprawy
(*trudno pogodzić się z myślą, że fizyka teoretyczna mogła przez trzy ćwierćwiecza iść błędną drogą*)

§5. Dokumentacja sprawy
(*wykaz prac o kluczowym znaczeniu w dochodzeniu prawdy o budowie atomu*)

Motto: *Praca fizyka zajmującego się budową materii do złudzenia przypomina pracę detektywa próbującego na podstawie odcisków palców, czy innych śladów pozostawionych przez przestępcę, ustalić, kto przestępstwo popełnił. Przy tego rodzaju poszlakowych procesach łatwo jednak o pomyłkę. Wiele dziś wskazuje na to, że taką pomyłkę popełniono na początku dwudziestego wieku przy dociekaniach dotyczących budowy atomu.*

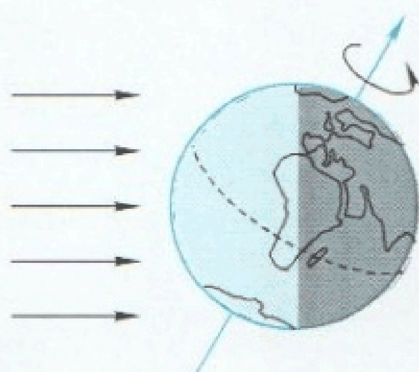
„... *fundamentalne równania są błędne. Wymagają one drastycznych zmian ... Jestem przeświadczony o tym, że wymagane zmiany będą tak drastyczne jak drastyczne, było przejście od Bohrowskich orbit do mechaniki kwantowej.*" – tak w 1977 roku pisał P.A.M.Dirac, jeden z twórców mechaniki kwantowej, laureat nagrody Nobla z 1933 roku w książce zatytułowanej „Directions in Physics".

§1. METODOLOGIA POSTĘPOWANIA W PROCESIE POZNAWCZYM

Tak jak w przypadku znanej nam z bogatej literatury kryminalnej pracy wydziału śledczego, tak i prace fizyków atomowych idą w dwóch kierunkach. A więc, tu i tam trzeba najpierw zebrać dostatecznie dużo informacji o sprawie. Jeżeli znana jest już pewna liczba faktów, które oczywiście mogą mieć bardzo różną wartość dowodową, to można podjąć się analizy występujących między nimi powiązań tak, aby dotrzeć do prawdy.

Zaobserwowane zjawisko:

zmieniające się cyklicznie położenie Słońca na nieboskłonie.



Jak i dlaczego. Każda sprawa kryminalna ma swój początek w odkryciu przestępstwa. W fizyce punktem wyjścia dla procesu poznawczego jest też odkrycie, a sens odkrycia zawiera się w sformułowaniu przez fizyka-eksperymentatora odpowiedzi na pytanie:

jak przebiega zjawisko ?

W drugiej kolejności fizyk-teoretyk stara się w nowo odkrytym zjawisku doszukać związków przyczynowo-skutkowych i dać odpowiedź na pytanie:

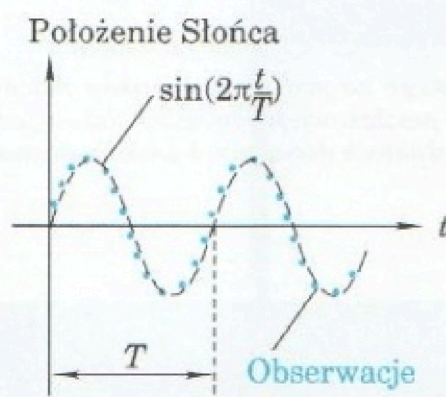
dlaczego to zjawisko przebiega tak, a nie inaczej ?

Informacji o tym, jak przebiega zjawisko dostarczają nam zmysły, zaś nasz umysł jest miejscem, gdzie rodzi się odpowiedź na pytanie – dlaczego to zjawisko przebiega właśnie tak, a nie inaczej.

Odpowiedź na pytanie, dlaczego ?:

przyczyną obserwowanych zmian jest ruch obrotowy Ziemi.

Matematyka a fizyka. Informacje o zjawisku fizycznym z reguły mają postać zbioru liczb, jakie fizyk-eksperymentator uzyskuje w trakcie prowadzenia pomiarów. Do przeprowadzenia ilościowej i logicznej analizy tego materiału potrzebna mu jest matematyka. Matematyka jest sama w sobie całkowicie abstrakcyjną dziedziną nauki, która może się rozwijać w całkowitym oderwaniu od rzeczywistych obiektów. I tak, matematyk abstrahując od tego, co reprezentują liczby, wymyśla na przykład pojęcie elipsy: definiując ją jako miejsce geometryczne punktów, dla których suma odległości od dwóch stałych punktów, które nazwał ogniskami, jest wielkością stałą. Fizyk może odkryć, że wyniki jego obserwacji dają się odwzorować przy pomocy równania opisującego elipsę. Mając do dyspozycji tego typu matematyczne zależności ma on ułatwione zadanie znalezienia odpowiedzi na podstawowe pytanie procesu poznawczego: dlaczego obserwowane zjawisko przebiega tak, a nie inaczej. To przy pomocy aparatu matematycznego może on, w pozornie chaotycznym zbiorze faktów, odkryć wzajemne powiązania i przedstawić je w postaci przyczynowo-skutkowych relacji. Takie, wyrażone za pomocą matematycznego formalizmu i zweryfikowane w różnych sytuacjach relacje, to podstawa praktycznych zastosowań teorii.



Odtworzenie chronologii obserwowanych zmian położenia Słońca za pomocą matematycznej funkcji $\sin x$, to pośredni dowód na ruch obrotowy Ziemi.

Ale operując zależnościami konstruowanymi przez matematyka należy pamiętać o tym, że

matematyczna formuła może stać się elementem fizyki, tylko wtedy, kiedy występującym w tych formułach zmiennym w sposób jednoznaczny przyporządkujemy mierzalne w eksperymencie wielkości.

I tak na przykład, matematyczne pojęcie elipsy stało się fragmentem fizyki dopiero wtedy, kiedy Kepler w jednym z jej ognisk usytuował słońce, a koniec promienia wodzącego kreślącego elipsę związał z planetą obiegającą to słońce.

Matematyk może tworzyć swoje konstrukcje myślowe niezależnie od materialnej rzeczywistości, ale i może je tworzyć na wzór tego, co dostarczają mu obserwacje prowadzone przez fizyków. I tak na przykład, może on sobie uogólnić wywodzące się z realnej rzeczywistości pojęcie trójwymiarowej przestrzeni i operować abstrakcyjnym, oderwanym od fizycznej rzeczywistości, pojęciem wielowymiarowej przestrzeni. W matematycznych formułach zmienne określające czas i położenie w przestrzeni mogą występować na równych prawach. Dla fizyka czas i przestrzeń, to dwa jakościowo różne pojęcia określone poprzez dwie jakościowo różne procedury pomiarowe. Co więcej, dla fizyka-eksperymentatora istnieje jedynie ta przestrzeń, w której prowadzi on pomiar i istnieje jedynie ten czas, który wymierza używany przez niego zegar. Tak więc, niezależnie od tego, jakie teoretycy będą wymyślać dla współrzędnych i czasu relacje, należy mieć na uwadze to, że

teoretyczne rozważania z zakresu fizyki mogą być zweryfikowane jedynie na bazie lokalnego zegara i trójwymiarowego, lokalnego układu odniesienia, jakimi posługuje się prowadzący pomiary fizyk-eksperymentator.

Reguły i prawa. W całym procesie budowania gmachu naszej wiedzy fizycznej można wyróżnić trzy jakościowo różne etapy. A mianowicie:

1. **etap formułowania reguł** uwidaczniających regularności w zaobserwowanych faktach – można tu przykładowo przytoczyć reguły Balmera i Lymana określające położenia prążków widma liniowego.

2. **etap postulowania praw** określających mniej lub bardziej dokładnie związki przyczynowo-skutkowe pomiędzy zaobserwowanymi faktami – klasycznym przykładem mogą tu być równania Newtona i siła grawitacji opisujące ruch planet wokół Słońca, albo prawo Hooke'a wiążące wielkość odkształcenia sprężystego ciała z wielkością przyłożonej siły.

3. **etap wykorzystania zweryfikowanych praw i reguł** do rozszyfrowywania struktury złożonych obiektów zbudowanych zgodnie z tymi prawami – wszak planeta Neptun została odkryta w oparciu o odkryte wcześniej prawo grawitacji i prawa newtonowskiej dynamiki, a Rutherford odkrył jądro w oparciu o znane już dawniej prawo Coulomba.

Fizyczna teoria a eksperyment. Próbując odtworzyć logikę funkcjonowania natury za pomocą matematycznych relacji nie wolno nam zapominać o tym, że ***punktem wyjścia do konstruowania teorii fizycznej może być jedynie eksperymentalny fakt.*** Mając do dyspozycji jakościowo różne fakty eksperymentalne możemy tworzyć zręby szerszego systemu teoretycznego fizyki. Zbudowany już fragment teorii wyjaśniający znane już fakty, to wytyczna dla prowadzenia eksperymentów weryfikujących wyjściowe założenia teorii, jak i wytyczna dla eksperymentów pozwalających uogólniać rodzące się hipotezy. ***Proces poznania to nieustanna konfrontacja prowadzonych obserwacji i powstającego teoretycznego formalizmu.*** Aby ten proces nieustannej konfrontacji funkcjonował poprawnie, niezbędne jest głębokie rozumienie eksperymentu przez budowniczego teorii i vice versa, głębokie rozumienie teoretycznego schematu interpretacyjnego przez prowadzącego eksperymenty. Przy nie spełnieniu tego warunku może dojść do tworzenia opisu teoretycznego nieadekwatnego do rzeczywistości. Mając na uwadze rozstrzygającą rolę eksperymentu w weryfikacji fizycznej teorii będziemy, prowadząc obecne śledztwo w sprawie atomu, dużo miejsca poświęcać eksperymentalnym aspektom sprawy. Szczególną uwagę będziemy zwracali uwagę na fakt, że każde nowe pojęcie teoretyczne winno mieć jednoznacznie określony odpowiednik w eksperymencie.

§2. ISTOTA SPORU: PODSTAWY FILOZOFICZNE FIZYKI MIKROŚWIATA

Przyczynowość i determinizm. Fundamentem klasycznej fizyki, a właściwie przesłanką definiującą pojęcie fizyki klasycznej, jest zasada przyczynowości. Bez wchodzenia w szczegóły, jej sens daje się sprowadzić do lapidarnego stwierdzenia:

każde wyizolowane zjawisko fizyczne ma swoje jednoznacznie określone przyczyny.

To na bazie przyczynowości fizyka klasyczna stara się dać odpowiedź na pytanie, dlaczego obserwowane zjawiska przebiegają tak, a nie inaczej. Zrozumienie zachodzących zjawisk w ramach fizyki klasycznej oznacza, więc wytropienie przyczyn stojących za obserwowaną chronologią wydarzeń postrzeganych jako przemieszczenia materii w przestrzeni. I tak na przykład, z chwilą, kiedy Newton sformułował równania ruchu i odkrył prawo grawitacji można było powiedzieć – wiemy, dlaczego planety poruszają się właśnie tak, a nie inaczej.

Potwierdzona licznymi obserwacjami przyczynowo-skutkowa relacja pomiędzy obserwowanymi zmianami prędkości planety, a niewidzialną siłą grawitacji ujawniała podstawowe własności materii: inercję ruchu i oddziaływanie. Równanie Newtona determinowało całą historię planety: tak przeszłą, jak i przyszłą. Oczywiście Newtonowski determinizm jest abstrakcją matematyczną, tak jak matematyczną abstrakcją jest pojęcie punktowej planety. A należy mieć na uwadze, że determinujący historię planety pomiar położenia i prędkości zawsze będzie obarczony jakimś błędem, a w nieskończonym wszechświecie, nigdy nie będziemy mogli uwzględnić wszystkich oddziaływań planety i nawet w ramach abstrakcyjnego matematycznego modelu nie będziemy mogli sformułować pełnego opisu jej zachowań. Z tego tytułu,

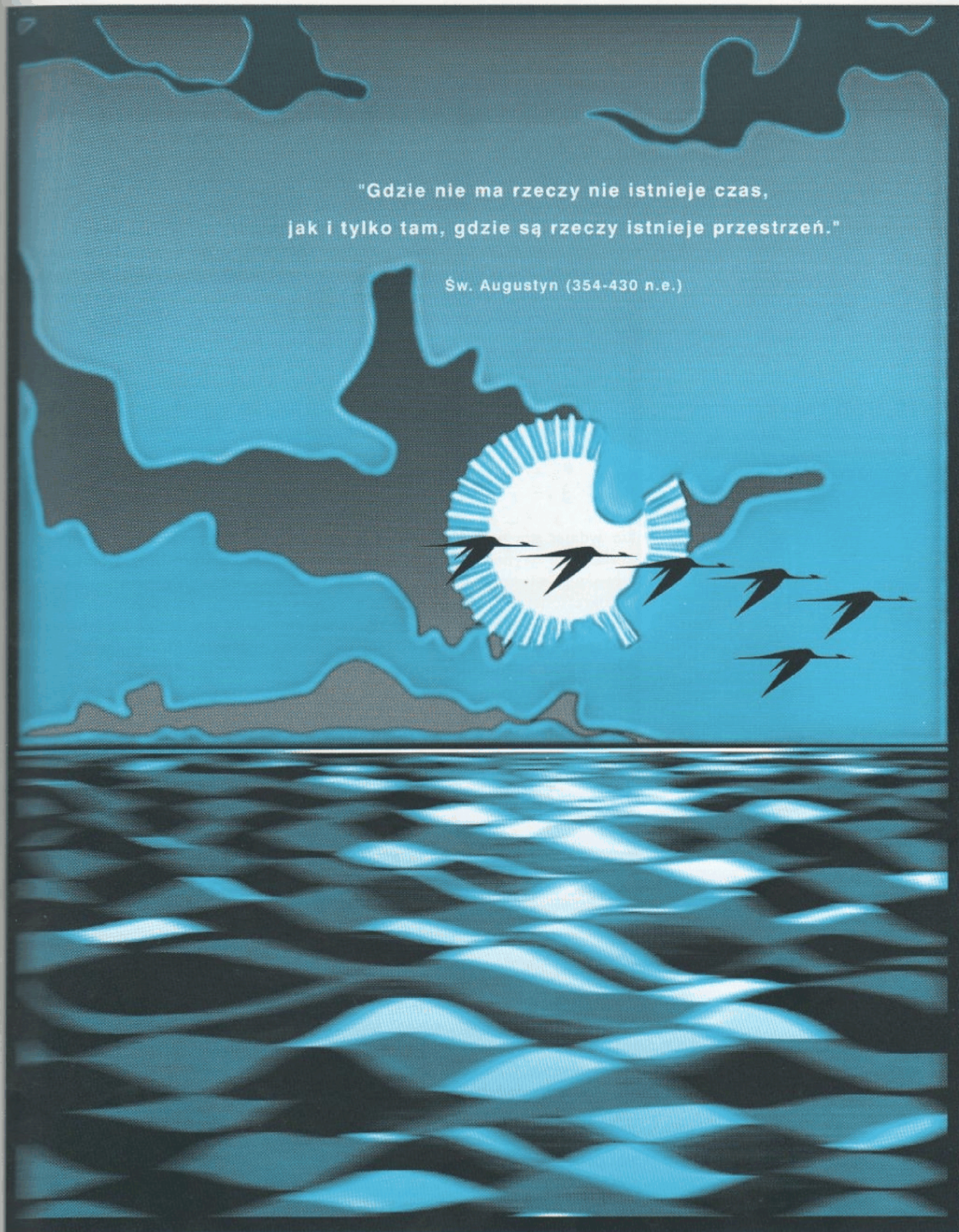
mówiąc o determinizmie fizyki klasycznej
zawsze będziemy mieli na myśli determinizm ograniczony,

to znaczy odnoszący się do pewnej wyidealizowanej sytuacji, którą będziemy się starali opisać w ramach przybliżonych przyczynowo-skutkowych relacji.

Teoria a fizyczna rzeczywistość. Odwzorowując w ramach matematycznego formalizmu funkcjonowanie przyrody możemy oczywiście posługiwać się całym jej arsenałem dokonań bez żadnych ograniczeń. Możemy się posługiwać, tak n-wymiarową przestrzenią, jak i urojonym pojęciem czasu. Możemy tą przestrzeń i czas dowolnie rozciągać i komprymować, wyginać i zniekształcać. Musi być jedynie spełniony jeden podstawowy warunek: końcowy wynik tych rozważań, aby nie pozostać w sferze *science fiction*, musi być sprowadzony do laboratoryjnego układu odniesienia, na który składają się konkretne obiekty rozmieszczone w trójwymiarowej przestrzeni i konkretny zegar.

Laboratoryjny układ odniesienia to jedyny układ, w którym można przeprowadzić konfrontację teoretycznych rozważań z realną rzeczywistością.

Mówiąc o teorii i laboratoryjnym układzie odniesienia mamy oczywiście na myśli konfrontacje logicznych rozważań z realnym eksperymentem. W tym miejscu należy wyraźnie powiedzieć, że myślowy eksperyment, na jaki często się powołują dyskutanci w teoretycznych sporach może być sprawdzianem konsystencji matematycznych rozważań, ale nie może być dowodem w sprawie postulatów fizyki.



Maksymę Św. Augustyna można traktować jako definicję fizycznej przestrzeni i fizycznego czasu, dwu niezależnych pojęć zbudowanych na bazie egzystencjalnych doświadczeń człowieka.

Mechanika kwantowa – zerwanie z zasadą przyczynowości. Fizycy w początkach XX wieku nie mogąc na bazie przyczynowo-skutkowych zależności wyjaśnić kilku zjawisk, na przykład pojawiania się prążków w obrazie wiązki światła przechodzącego przez dwie blisko siebie położone szczeliny (słynne doświadczenie Younga) uznali, że w mikroświecie zasada przyczynowości nie obowiązuje. W konsekwencji, zerwano z fundamentalną zasadą fizyki klasycznej, jaką jest zasada zachowania energii i otwarto drogę do niczym nie kontrolowanej swobody w interpretacji obserwowanych zjawisk. Tak, więc bazującą na zasadzie przyczynowości mechanikę klasyczną zastąpiła mechanika kwantowa. Co więcej, nie mogąc sobie poradzić z wyjaśnieniem procesu promieniowania na poziomie pojedynczego atomu na bazie Maxwellowskiej teorii promieniowania powołano do życia, również negującą zasadę przyczynowości, elektrodynamikę kwantową. W rezultacie powstała paradoksalna sytuacja, którą świetnie oddaje wypowiedź R.Feynmana:

TU TKWI FAŁSZ ! ⟶

co postaramy się pokazać na dalszych stronicach tej książki
(M.G.)

„Z punktu widzenia zdrowego rozsądku
teoria elektrodynamiki kwantowej opisuje Naturę w sposób absurdalny –
i zgadza się znakomicie z doświadczeniem.
Mam zatem nadzieję, że zaakceptujecie Naturę taką jaka ona jest – absurdalna."

Richard P. Feynman
(laureat nagrody Nobla z fizyki w 1965 roku)

Nie wdając się w dyskusję filozoficzną, jak też to może być, że absurdalna teoria daje wyniki zgodne z doświadczeniem, podkreślimy dla nas rzecz najważniejszą: w ramach mechaniki kwantowej o elektronie poruszającym się po określonej orbicie i o atomie jako o obiekcie posiadającym określoną strukturę przestrzenną mówić w ogóle nie można. W mechanice kwantowej atom występuje jako abstrakcja matematyczna na osnowie, której można tworzyć różne reguły pozwalające odtwarzać wyniki obserwacji.

Fizyka klasyczna – przyczynowość, to zasada funkcjonowania przyrody. Wychodząc z założenia, że brak koncepcji rozwiązania łamigłówki nie jest dowodem na to, że łamigłówka ta rozwiązania nie posiada. Nie wolno, więc nam rezygnować z prób znalezienia logicznego rozwiązania dla łamigłówki, jaką skonstruowała Natura. Przecież,

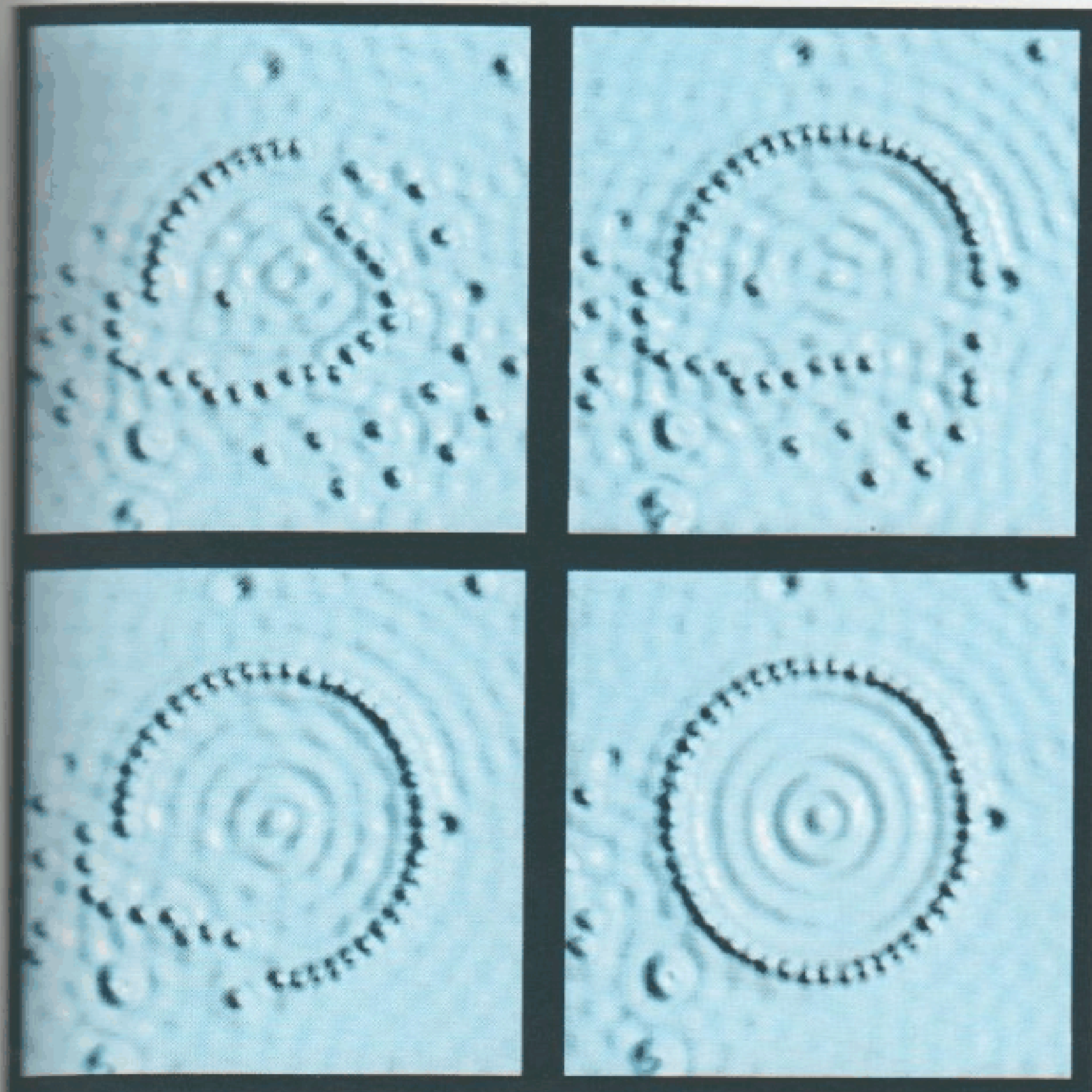
„wszystkie poczynania zmierzające do zrozumienia Świata, a więc zmierzające do zbudowania logicznego schematu interpretacyjnego dla obserwowanych zjawisk mogą mieć sens tylko wtedy, gdy Świat ten funkcjonuje na logicznych zasadach."

Punkt widzenia autora (M.G.)

Historia wielokrotnie już pokazywała, że szereg „niewyjaśnialnych" zjawisk znajdowało w końcu swoje logiczne wyjaśnienie – chociażby pozornie absurdalna z pozycji średniowiecznej wiedzy koncepcja kulistej Ziemi, czy potraktowane jako absurd przez Paryską Akademię Nauk doniesienia o „kamieniach spadających z nieba". Nie ma, więc podstaw, aby nie próbować zrozumieć mikroświat w ramach tych samych pojęć, jakie opisujemy makroświat. To, że nam się to do tej pory nie udawało nie jest argumentem żeby takich prób nie podejmować. Biorąc za podstawę powyżej sformułowaną myśl należy powrócić, do wydawałoby się już zakończonej, sprawy budowy atomu i na bazie deterministycznie formułowanych praw, starać się odtworzyć strukturę przestrzenną atomu i w dalszej perspektywie opisać proces promieniowania światła, jak i zbudować model przestrzenny cząstek światła – fotonów.

§3. WNIOSEK O REWIZJĘ WYROKU Z PRZED 70 LAT

Fizycy lat dwudziestych ubiegłego stulecia, nie mogąc dać odpowiedzi na niektóre z pytań „dlaczego" zerwali z zasadą przyczynowości i w konsekwencji odżegnali się od poszukiwania odpowiedzi na podstawowe pytanie atomowej fizyki: „jak porusza się elektron w atomie?". Nie znajdując logicznego uzasadnienia dla takiego dobrowolnego zamknięcia się w klatce niemożności, uważam za nieodzowne powtórne spojrzenie na fundamenty naszej wiedzy o mikroskopowym świecie i podjęcie kroków zmierzających do wytropienia nieuchwytnego, jak dotąd, elektronu.



Zdjęcia z mikroskopu elektronowego (STM) ukazujące możliwości współczesnej techniki. Możemy dziś nie tylko obserwować pojedyncze atomy, ale i nimi manipulować. Pokazane są cztery fazy układania atomów żelaza na powierzchni miedzi.

(powiększenie około miliona razy – zdjęcia wykonane w laboratoriach IBM)

Tu, na poziomie pojedynczego atomu,
zaczyna się dostępny dla ludzkiego poznania Świat.
Tu, zaczynamy stawiać pytania jak ?
Tu, staramy się znaleźć odpowiedź na pytania dlaczego ?

Wiemy już jak są usytuowane atomy w sieci krystalicznej,
ale nie wiemy dlaczego są tak usytuowane.

O elektronach, uniwersalnym składniku materii praktycznie nie wiemy nic.

Na dalszych stronicach tej książki na niektóre z pytań jak ? i dlaczego ?
postaramy się znaleźć odpowiedź.

SPRAWA ATOMU

FAKTY OD, KTÓRYCH POCZĄTEK BIERZE SPRAWA

identyfikacja ELEKTRONU – **Joseph John Thomson**
odkrycie JĄDRA ATOMU – **Ernest Rutherford**
odkrycie CZĄSTEK ŚWIATŁA: FOTONÓW – **Max Planck, Albert Einstein**
odkrycie „FALOWYCH WŁASNOŚCI MATERII" – **Louis de Broglie**

WYROK PIERWSZEGO PROCESU:

Natura funkcjonuje na pozbawionych logiki zasadach, a atom to obiekt, którego w ramach normalnych pojęć życia dnia codziennego opisać się nie da, trzeba wobec tego powołać do życia nową teorię zwaną: Mechanika Kwantowa.

Główni animatorzy powyższego wyroku:

Niels Bohr,
Max Born,
Werner Heisenberg,
Ernest Schrödinger.

Votum separatum od wyroku założyli:

Louis de Broglie – *po pewnych wahaniach,*
Albert Einstein – *bez zdecydowanego zaangażowania się w sprawę,*
Henry Antony Lorentz – *ten zdecydowanie twierdził, że to nonsens,*
Joseph John Thomson – *świadom swoich dokonań był ponadto.*

ZGŁOSZENIE WNIOSKU O REWIZJĘ WYROKU

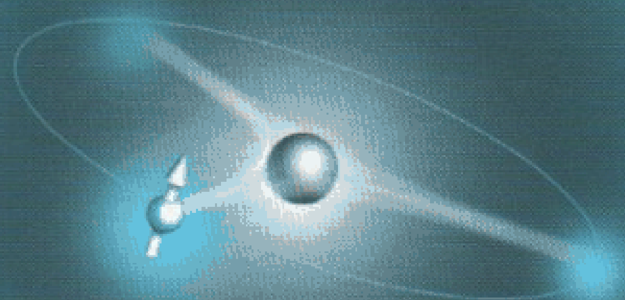
Wnioskodawca:

Michał Gryziński,

Termin i miejsce pierwszej apelacji:
Physical Review Letters, Vol.XIV, str.1059, rok 1965.

Uzasadnienie wniosku:

Wykrycie błędów popełnionych przy formułowaniu pierwszego wyroku i pokazanie w oparciu o stare, jak i nowe, nieznane przedtem fakty, prostoty, elegancji i żelaznej logiki mikroświata.



Model swobodnego spadku - fizyczny obraz atomu odtworzony na bazie Newtonowskiej dynamiki. Jądro otoczone chmurą funkcji ψ - abstrakcyjny matematyczny opis atomu mechaniki kwantowej.

§4. KOMENTARZ DO WNIOSKU O POWTÓRNE OTWARCIE SPRAWY

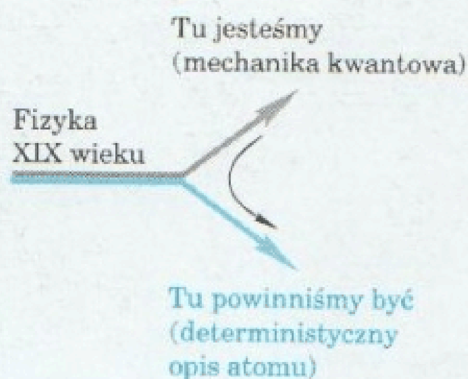
Już w początkowej fazie moich dociekań nad logiką funkcjonowania przyrody, zauważyłem luki w materiale dowodowym dotyczącym budowy atomu. Po bliższym przyjrzeniu się starym argumentom i w świetle pojawienia się nowych nieznanych przedtem faktów, konieczność podjęcia powtórnego śledztwa w tej, wydawałoby się już zamkniętej sprawie, stała się dla mnie niemal oczywista. Faktycznie, podejrzenia potwierdziły się. Po wielu latach spędzonych z ołówkiem w ręku i z oczami utkwionymi w ekran komputera, wyłonił się obraz atomu istotnie różny od tego, jaki przedstawiają szkolne podręczniki, czy też, o jakim się mówi na Uniwersytetach – obraz konkretny, będący prostą ekstrapolacją pojęć z życia dnia codziennego. Nic dziwnego, że już od dosyć dawna pojawiały się tu i ówdzie, głosy krytyki systemu filozoficznego mechaniki kwantowej. Dziś, pomimo ścisłej cenzury ortodoksyjnych recenzentów, coraz głośniej zaczyna się mówić o ślepym zaułku, w jakim się znalazła fizyka teoretyczna. Ale pomimo to, że mówi się o ułomnościach systemu to wciąż

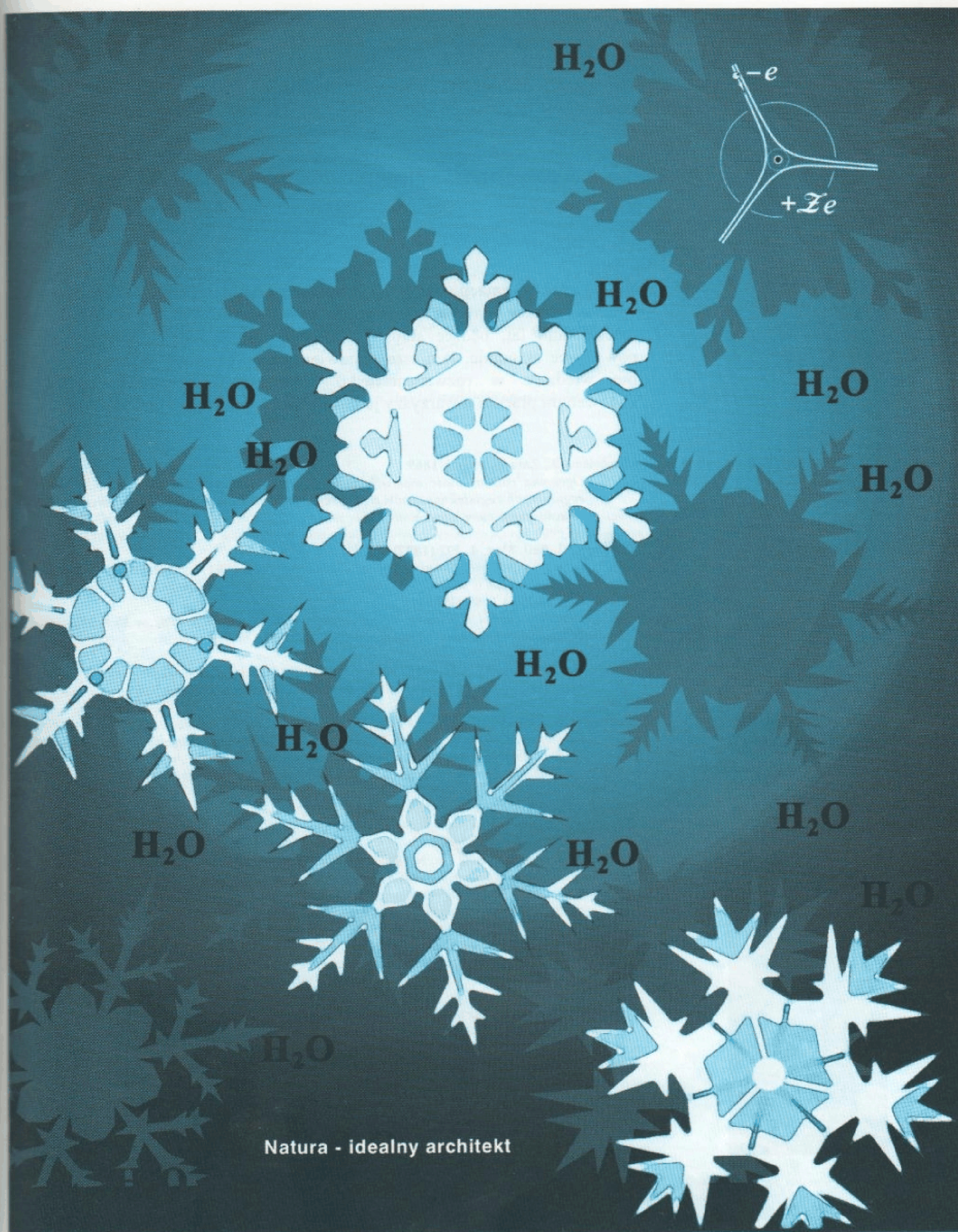
nie dopuszcza się myśli o możliwości popełnienia przed laty fundamentalnej pomyłki,

która skierowała teorię atomu w całkowicie błędnym kierunku. Odrzuca się taką możliwość niemalże podświadomie, jako że wynikające stąd konsekwencje trudno jest dziś nawet sobie wyobrazić. Na pewno wiele podręczników fizyki musiałoby być napisanych od nowa. Musiałby również runąć aktualny gmach autorytetów. Stąd też rewizja wyroku, jaki zapadł pół wieku temu w sprawie atomu natrafia na ogromny opór. Sprawę utrudnia to, że zdecydowana

większość społeczności fizyków zdążyła się już przez tak długi okres czasu przyzwyczaić do nielogiczności tkwiących w podstawach panującej teorii.

W rezultacie, nielogiczności te traktuje się nie jako wyraz ułomności naszej wiedzy o atomie, ale jako brak logiki w funkcjonowaniu samej przyrody. Opory przeciw jakimkolwiek rewizjom teorii są szczególnie duże wśród tych, którzy w procesie budowania obrazu opartego na fałszywych przesłankach aktywnie uczestniczyli, i którzy przeto w aktualnie istniejącej strukturze autorytetów są ulokowani wysoko. Ci kontrolując fundusze, a niestety nauka została z komercjalizowana nie mniej niż inne dziedziny ludzkiej działalności, skutecznie blokują wszelkie poczynania ukierunkowane na rewizję istniejącego *status-quo*. Osobiście nie mam wątpliwości, że prawda o atomie jest inna niż ta, która głosi ortodoksyjna teoria występująca pod nazwą mechanika kwantowa. Aby zmienić błędne status quo stawiam formalny wniosek o otwarcie powtórnego procesu, będąc głęboko przekonany o tym, że *w naszych aktualnych rozważaniach musimy się cofnąć do lat dwudziestych dwudziestego wieku,* kiedy to powstawała nowa teoria zwana mechaniką kwantową. Tu chciałbym przypomnieć, o czym podręczniki do mechaniki kwantowej milczą, że wśród fizyków odrzucających całkowicie kwantowo-falową filozofię były takie giganty ludzkiej myśli jak: J.J.Thomson, który stworzył podwaliny pod całą fizykę atomu, czy Henry Antony Lorenz, który sformułował jedno z podstawowych praw elektromagnetyzmu – a bez tych dwu gigantów, w ogóle o jakiejkolwiek teorii atomu trudno byłoby mówić. Obaj byli przekonani, o tym, że fizyka, która mieni się być nauką ścisłą, nie może się opierać na niezdefiniowanym pojęciu funkcji ψ, a braku elementarnej logiki akceptować nie można. Wszystko wskazuje na to, że ci wielcy fizycy mieli jednak rację. I jest moim zamysłem, operując przyczynowo-skutkowym formalizmem klasycznej dynamiki wykazanie, że istotnie mieli oni rację.





Natura - idealny architekt

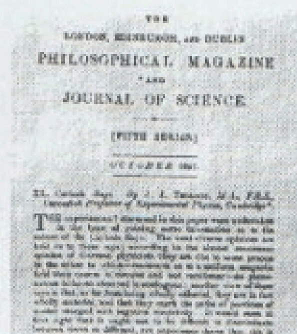
Jakie prawa rządzą mikroświatem, że nasz Świat wygląda tak, a nie inaczej? Okazuje się, że są one bardzo proste i to tak, że o budowie atomu mogą dyskutować nie tylko specjaliści, ale i zwykli zjadacze chleba.

Ponieważ w powszechnej świadomości funkcjonuje obraz mikroświata ukształtowany przez 70 lat nauczania prowadzonego z pozycji mechaniki kwantowej, a jest to obraz fundamentalnie sprzeczny z tym, jaki będę prezentował na dalszych stronicach tej książki, to celowym będzie zacytowanie prac, które w moim podejściu do sprawy odgrywają kluczową rolę. W ten to sposób, już na wstępie, czytelnik będzie mógł dostrzec globalną filozofię podejścia do problemu i z większym zrozumieniem śledzić rozwój sytuacji

§5. DOKUMENTACJA SPRAWY

W powodzi informacji, jakich dostarcza nam dziś literatura naukowa giną z pola widzenia prace o kluczowym znaczeniu – zarówno te powstałe przed dziesiątkami lat, będące słupami milowymi do naukowej prawdy, jak i te powstające aktualnie. Poniższe zestawienie zawiera prace, o jakich nie wolno nie wiedzieć w rozważaniach o istocie funkcjonowania mikroświata. Cytowanym pracom towarzyszy jednozdaniowa, pointująca charakterystyka.

Kluczowe prace, na jakich opiera się współczesna wiedza o atomie


THE LONDON, EDINBURGH, AND DUBLIN PHILOSOPHICAL MAGAZINE AND JOURNAL OF SCIENCE

Tak, jak odkrycie M.Kopernika utorowało drogę dla eksploracji Kosmosu, tak odkrycie **J.J.Thomsona** utorowało drogę do poznania struktury atomu.

Mendeleev D., Zasady chemii, **1869**
Ogromna różnorodność makroskopowego świata zredukowana do ograniczonego zbioru regularnych cegiełek – atomów o cyklicznie powtarzających się wraz ze wzrostem ich masy własnościach chemicznych.

Thomson J.J. Phil. Mag. **4**, 292 (**1897**)
Odkrycie elektronu – uniwersalnego składnika materii.

Planck M., Ann.Phys.**1**, 69 (**1900**)
Pierwszy sygnał o wirowej naturze mikroświata i pierwszy krok w kierunki ujawnienia korpuskularnej natury światła.

Einstein A., Ann.Phys.**17**, 132-148 (**1905**)
Identyfikacja fotonu i wykazanie korpuskularnej natury światła.

Thomson J.J., Phil.Mag.**11**, 769-714 (**1906**)
Zainicjowanie nowej metody badawczej, jaką jest fizyka zderzeń atomowych – główne źródło informacji o naturze mikroświata – i ***wykazanie, że na poziomie atomu zachowanie elektronu jest zgodne z newtonowska dynamiką i prawem Coulomba.***

Rutherford E., Phil.Mag.**21**,669-688 (**1911**)
Wykazanie w oparciu o fizykę zderzeń atomowych, że ***cały ładunek dodatni atomu i prawie cała jego masa skoncentrowane są w punktowym jądrze.***

Bohr N., Phil.Mag.**26**, 1-25, 476-502, 857-875 (**1913**)
Wykrycie związku pomiędzy emisją fotonu a ruchem atomowego elektronu *i nieudana próba zbudowania dynamicznego modelu atomu.*

Mosley H.G.J., Phil.Mag.**26**, 1024-1034 (1917), **27**, 703-713 (**1917**)
Wykazanie, że elektrony w atomie są pogrupowane i tworzą regularne powłoki i podpowłoki.

De Broglie L., Comptes Rendus **177**, 548-550, (**1923**)
Odkrycie falowych własności elektronu.

Uhlenbeck G.E. and Goudsmit S.A., Die Naturwissenshaften **13**, 953-954 (**1925**)
Odkrycie żyroskopowych własności elektronu.

Stern O. and Gerlach W., Zeitschr.Phys.**9**, 349-355 (**1922**)
Odkrycie spinowego magnetyzmu elektronu.

* * *

Kluczowe prace autora z zakresu elektronowej budowy materii

Gryziński M., Phys.Rev.Lett.**36A**, 180-181 (**1965**)
Odkrycie, że elektrony w atomie poruszają się wzdłuż promienia do jądra – sformułowanie idei modelu swobodnego spadku.

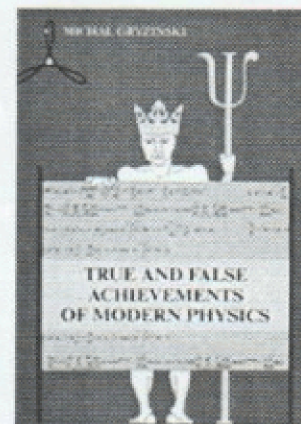
Gryziński M., J.Chem.Phys.**62**, 2610-2619, 2620-2628, 2629-2636 (**1975**)
Multipolowa charakterystyka zewnętrznego pola atomu.

Gryziński M., J.Theor.Phys.**261**, 967-980 (**1987**)
Sformułowanie hipotezy translacyjnej precesji elektronu rozwiązującej zagadkę falowo-korpuskularnego dualizmu i kwantowania poziomów energetycznych.

Gryziński M., J.Chem.Phys.Lett.**217**, 481-485 (**1994**)
Rozciągnięcie koncepcji swobodnego spadku na układy molekularne i dynamiczna teoria wiązania chemicznego.

Gryziński M., True and false achievements of modern physics, Homo-sapiens, Warsaw (**1996**),
Zbiór kluczowych prac autora pokazujących stosowalność klasycznej dynamiki w odniesieniu do procesów atomowych, uzupełniony oryginalnymi rozważaniami wykazującymi błędy kwantowej mechaniki i negatywne mechanizmy procedury publik acyjnej umożliwiające funkcjonowaniem z gruntu błędnej teorii.

Gryziński M., www.ipj.gov.pl/~gryzinski, 15 March **1999**
Identyfikacja trajektorii zespołowo poruszających się elektronów w atomie helu.



Profesjonalne argumenty na rzecz deterministycznej teorii atomu..

* * *

Artykuły popularno naukowe

Gryziński M., Nowe oblicze atomu, Warszawa **1996**, Wyd.Homo-sapiens
Popularnie o podstawowych zagadnieniach fizyki atomowej, a w szczególności o nowym modelu atomu. Oparta na kolorowej grafice, mająca formę kalendarza na rok 1996, mini-edycja.

Gryziński M., Problemy **4**, 22 (**1977**)
O tym, jak na podstawie zderzeń atomowych można wnioskować o budowie atomu.

Gryziński M., Kultura, 25 maj **1980**
Pierwszy otwarte wystąpienie z krytyką dogmatycznego schematu mechaniki kwantowej.

Gryziński M., Przegląd Techniczny **16**, 28 (**1984**)
Krytyczne spojrzenie na „osiągnięcia" mechaniki kwantowej.

Gryziński M., Przegląd Techniczny **16** (**1996**)
Krytyczne spojrzenie na „osiągnięcia" mechaniki kwantowe dziesięć lat później.



Popularnie o deterministycznej teorii atomu.

* * *

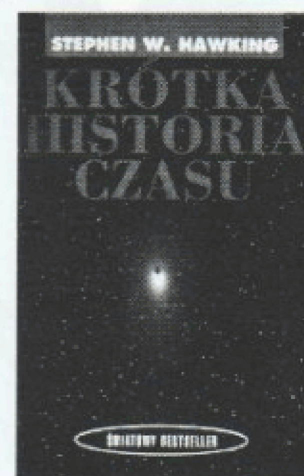
Literatura uzupełniająca

Góral A., Meandry Fizyki, Wyd.MON, Warszawa **1988**
Jedyna w zasadzie istniejąca w polskim języku, krytyczna w odniesieniu do mechaniki kwantowej i teorii względności, pozycja. Zawiera również własne przemyślenia autora na temat możliwości polowego opisu cząstki elementarnej.

Hawking S., Ilustrowana krótka historia czasu, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań **1996** (tłumaczenie z ang.)
Ilustrowana wersja krótkiej historii czasu, popularno naukowej książki napisanej przez czołowego reprezentanta współczesnej fizyki. Światowy bestseller, który rozszedł się po świecie w wielomilionowym nakładzie. Piękny przykład tworzenia mitów o doskonałości współczesnej fizyki i o jej nieograniczonych możliwościach.

Horgan J., Koniec nauki, Wyd. Prószyński i S-ka, Warszawa **1999** (tłumaczenie z angielskiego)
Problemy współczesnej nauki, a w szczególności fizyki, widziane z perspektywy redaktora amerykańskiego czasopisma popularno-naukowego „Scientific American". Ten jeden z największych popularyzatorów fizyki miał okazję robić wywiady praktycznie z całą czołówką amerykańskiej fizyki. W sposób zdumiewająco szczery przedstawia sprzeczności i niedorzeczności współczesnej fizyki jak i kulisy funkcjonowania współczesnej nauki.

Whittaker E., A history of the theories of AETHER and ELECTRICITY, Harper&Broth, New York **1960**
Piękny wykład o podstawach naszej wiedzy fizycznej w ujęciu historycznym, prowadzony z pozycji przyczynowo-skutkowego postrzegania istniejącej wokół nas rzeczywistości.



Kosmologiczne *science fiction* na serio.

* * *

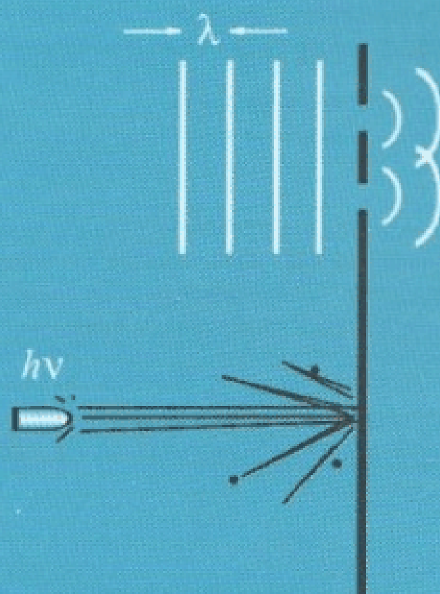
ŚWIATŁO jest:

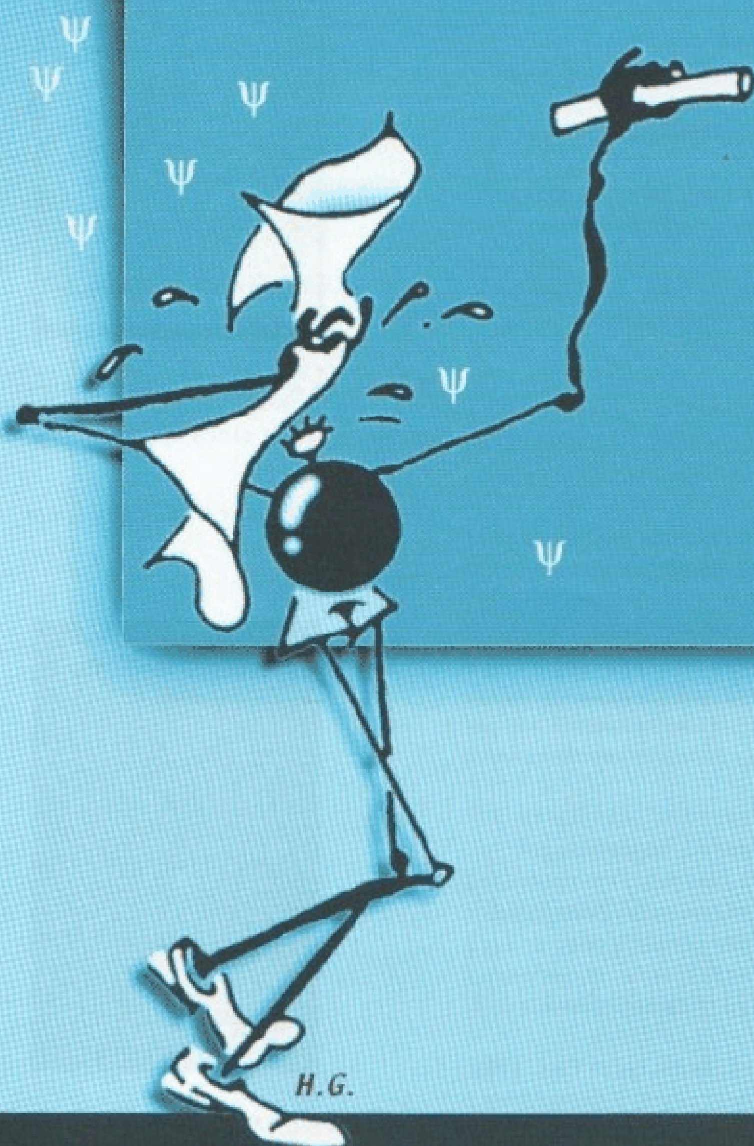
czymś na podobieństwo
fal na wodzie,

Huygens

pociskiem,
który może zdemolować atom.

Einstein





jaki ma sens

falowo-korpuskularna

relacja: $\lambda \cdot \nu = c$?

Na gruncie pytania: czym jest tak naprawdę światło?
zaistniał falowo-korpuskularny dylemat,
który przyczynił się do odejścia od ścisłych zasad fizyki klasycznej.

2. O ŚWIETLE, KWANTACH I ATOMIE W DUCHU NEWTONA

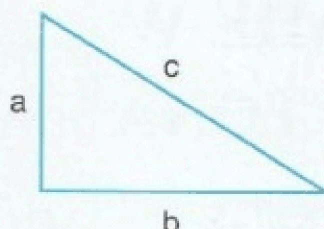
(*mikro-świat widziany poprzez pryzmat świata makroskopowego*)

Wejście fizyki teoretycznej XX-ego wieku na fałszywy trop, to przede wszystkim konsekwencja błędnej teorii światła Huygensa. Ostatecznie obala ją współczesny eksperyment pokazujący, że tak zwane prążki interferencyjne powstają punkt po punkcie, a nie są efektem sumowania amplitud drgań. Można postawić tezę: gdyby nie błąd Huygensa, nie byłoby mechaniki kwantowej, która zerwała z zasadą przyczynowości i otworzyła drogę pseudo-naukowej twórczości – odbierając elektronowi prawo egzystencji w normalnej trójwymiarowej przestrzeni zahamowała na całe niemal stulecie prace nad rozszyfrowaniem budowy atomu.

§1. HISTORYCZNO – FILOZOFICZNE TŁO SPRAWY

Pitagoras

$a^2+b^2=c^2$

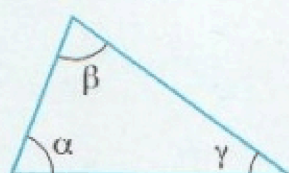


Niemowlęcy wiek fizyki. Proces świadomego poznawania otaczającego nas świata sięga czasów starożytnych, kiedy to dwaj wielcy matematycy: Pitagoras (572-497 p.n.e.) i Euklides (460-370 p.n.e.) tworzyli podstawy systemu interpretacyjnego fizyki, a Demokryt (460-370 p.n.e.) oraz Arystoteles (384-332 p.n.e.) podjęli rozmyślania nad czynnikami sprawczymi rządzącymi w przyrodzie.

Przez wiele wieków jednak dociekania dotyczące przyrody obciążone były irracjonalizmem mającym swe źródło w niewyjaśnionych siłach sprawczych wielu, częstokroć budzących lęk, zjawisk. Stąd też uzasadnienia trudnych dla zrozumienia faktów szukano w dogmatach religijnych, a podawana argumentacja w dużej mierze miała spekulatywny i metafizyczny charakter. I tak na przykład, szczególną, nadprzyrodzoną rolę przypisywano pewnym liczbom, jak na przykład liczbie 7, czy pewnym figurom geometrycznym, takim jak koło czy kula. Taki właśnie aspekt dominuje w argumentacji Kopernika (1473-1543), który w "boskiej harmonii sfer" dopatruje się uzasadnienia na istnienie systemu heliocentrycznego, czy w argumentacji Keplera wiążącego rozmiary orbit planetarnych z rozmiarami koncentrycznych brył platońskich. Aczkolwiek w średniowieczu nauka była podporządkowana dogmatom religijnym, czego jaskrawym dowodem była śmierć, jaką poniósł Giordano Bruno (1548-1600) za upieranie się przy obrazoburczej koncepcji nieskończonego wszechświata, spalony na stosie w 1600 roku, to należy pamiętać, że od mistyków religijnych częstokroć pochodziły również bardzo trafne i daleko nie mistyczne spostrzeżenia. Można tu przytoczyć myśl sformułowaną przez Św.Augustyna (354-430):

Euklides

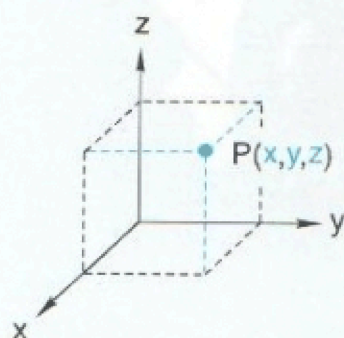
$\alpha+\beta+\gamma=180°$



"Gdzie nie ma rzeczy, nie istnieje czas.
Tak samo jak tylko tam gdzie są rzeczy, istnieje przestrzeń."

Ta właśnie myśl pochodzącą od chrześcijańskiego filozofa to przecież precyzyjna definicja fizycznej czasoprzestrzeni !

Descartes

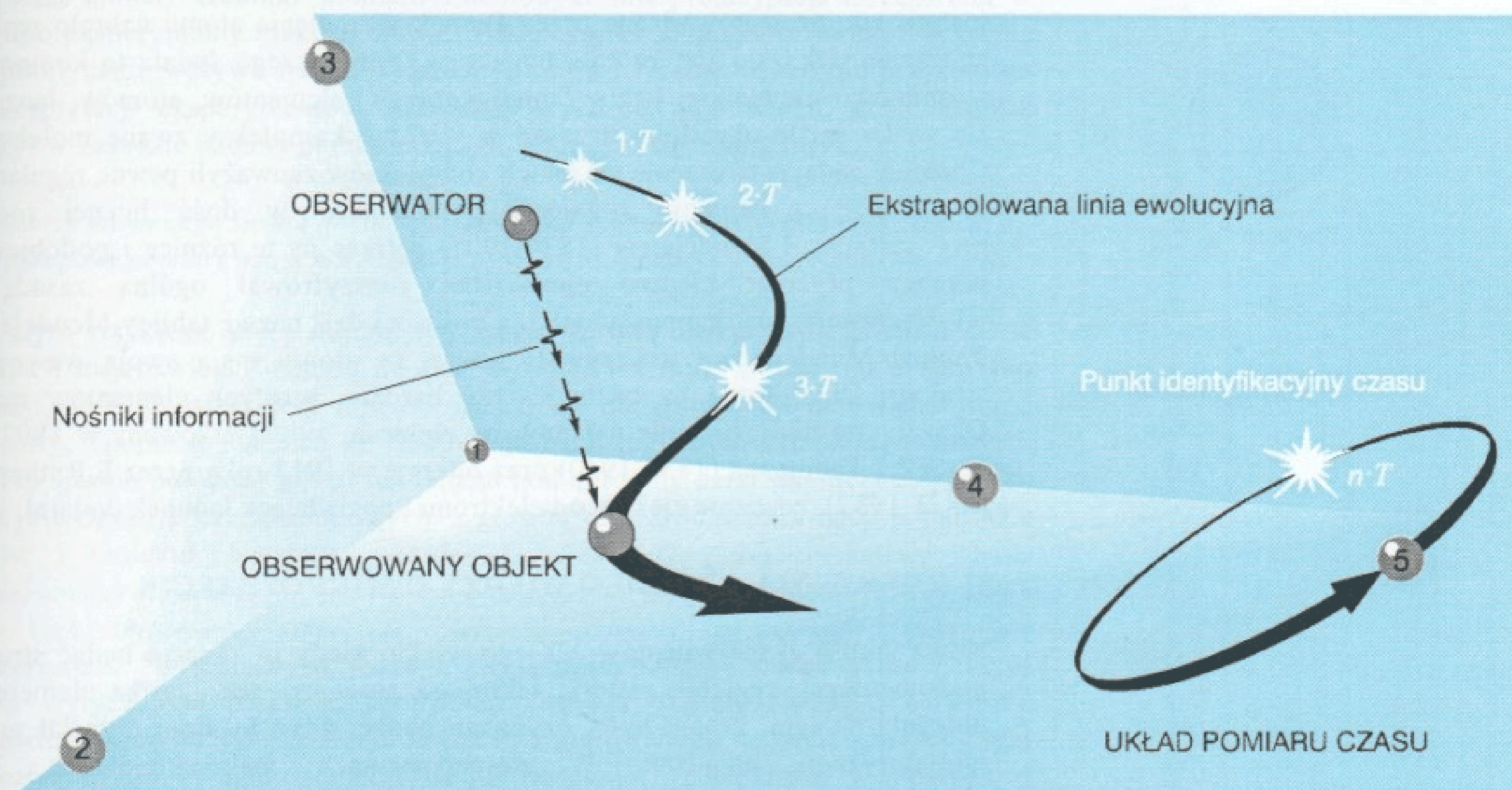


Początki racjonalistycznego opisu świata. Aczkolwiek średniowiecze dało pewien wkład w rozumienie otaczającego nas świata, to jednak dopiero Descartes (1596-1650) i Newton (1643-1727) otwierają epokę naprawdę racjonalistycznego myślenia. Pierwszy z nich, wprowadzając pojęcie układu współrzędnych stworzył podstawy ilościowego opisu zjawisk, a drugi wprowadzając pojęcie pochodnej i całki stworzył podstawy przyczynowo-skutkowego opisu zjawisk.

Wprowadzenie układu współrzędnych i zasad rachunku różniczkowo-całkowego zapoczątkowało burzliwy rozwój wiedzy przyrodniczej. To wówczas sukcesy w deterministycznym opisie ogromnej liczby obserwowanych zjawisk rodzą przekonanie o nieograniczonej potędze ludzkiego rozumu – przekonanie to dosadnie charakteryzuje powiedzenie wielkiego matematyka XIX-ego wieku Laplace'a (1749-1827): ***"podajcie mi warunki początkowe dla moich równań, a ja opiszę świat"***. Istotnie rozwój wiedzy w ciągu następnych kilku dekad był tak wielki, że pod koniec XIX-ego wieku wszystkie podstawowe zjawiska zdawały się być wyjaśnione. Wtedy to właśnie Cavendish dość buńczucznie stwierdził: ***"fizykom nie pozostało nic więcej niż poprawianie dokładności obliczeń"***. Niebawem jednak okazało się, że ten tryumf był wielce przedwczesny.

Każdy kierowca samochodu analizując prędkość i przebytą drogę w funkcji czasu przeprowadza automatycznie **całkowanie**, jeżeli na podstawie prędkości, z jaką jechał oblicza przebytą drogę, lub **różniczkowanie**, jeżeli na podstawie odczytów pokonywanej drogi w funkcji czasu określa prędkość, z jaką jechał na poszczególnych odcinkach trasy.

Przestrzeń i czas. Począwszy od Newtona, punktem wyjścia dla matematycznych zależności opisujących zjawiska fizyczne było pojęcie przestrzeni i pojęcie czasu, występujące jako dwa, jakościowo różne przejawy istnienia materialnego świata. ***Przestrzeń wypełniona materią i czas określający ewolucję materii, to eksperymentalny fakt stanowiący punkt wyjścia dla jakichkolwiek rozważań przyrodniczych.*** Podstawą dla formułowania ilościowego opisu ewolucji materii jest układ odniesienia zbudowany na bazie materialnych obiektów uznanych za standardy. Te standardowe, realnie istniejące obiekty, cztery tworzące układ trzech wzajemnie przecinających się płaszczyzn i piąty poruszający się po zamkniętym torze, to laboratoryjny układ odniesienia. Jak doświadczenie pokazuje, układ konieczny i wystarczający dla opisu zachodzących zjawisk.



Rys.1. Laboratoryjny układ odniesienia – jedyny układ, w którym teoretyczne założenia mogą być poddane konfrontacji z eksperymentalnymi faktami. Tworzą go cztery, prawie punktowe materialne obiekty (1, 2, 3, 4) definiujące fizyczną przestrzeń, podczas, gdy piąty (5) poruszający się po zamkniętej trajektorii reprezentuje fizyczny czas.

Dla odwzorowania za pomocą pojęć i operacji matematycznych obserwowanych zjawisk służy nam, istniejący jedynie w sferze wyobraźni, dowolnie zdefiniowany przestrzenny układ współrzędnych i dowolnie zdefiniowany zegar. Własności układu współrzędnych i abstrakcyjnego zegara możemy modelować na dowolne sposoby. W ten sposób możemy matematyczny twór, jakim jest układ współrzędnych i abstrakcyjny zegar dopasować do specyfiki rozpatrywanego problemu. Dwa podstawowe układy współrzędnych, prostokątny i kulisty, stanowią bazę pomiarową dla większości przeprowadzanych eksperymentów. O ile paleta układów współrzędnych wykorzystywanych w teoretycznych rozważaniach jest dosyć rozległa, to przy opisie chronologii zdarzeń jest niemalże regułą operowanie, tak w teorii jak i w eksperymencie, pojęciem jednorodnego czasu odmierzanego poprzez równomiernie chodzący zegar. Adekwatność układu pomiarowego i teoretycznego układu odniesienia przy takim podejściu było łatwo kontrolować. Tak podchodzili do sprawy przestrzeni i czasu klasycy fizyki: Newton, Maxwell, czy Lorentz.

Wprowadzenie w XX-ym wieku do fizycznych teorii matematycznego formalizmu operującego n-wymiarową "przestrzenią" i powiązanie matematycznej przestrzeni i matematycznego czasu, poprzez fizyczne wielkości, jakimi są: prędkość światła i grawitacja, zatarło granicę pomiędzy aksjomatami matematyki i postulatami fizyki uniemożliwiając kontrolę adekwatności obserwowanych cech fizycznych i reprezentujących je pojęć matematycznych.



Atom w XIX-ym wieku

Atom – nowa jakość w fizyce. Przełom XIX i XX-ego wieku przyniósł odkrycia jakościowo nowych zjawisk, takich jak naturalna promieniotwórczość odkryta przez Becquerela (1852-1908) w której zbadanie istotny wkład wniosła nasza rodaczka M.Curie Skłodowska (1867-1934), czy promienie X odkryte przez Roentgena (1845-1923). Wówczas to również osiągnięto kres podzielności materii tak, że wprowadzone przez Demokryta pojęcie atomu nabrało realnego znaczenia. Okazało się, że całe bogactwo form naszego świata to kompozycja stosunkowo niewielkiej liczby "inteligentnych" elementów, atomów, łączących się wedle ściśle określonych zasad w większe kompleksy zwane molekułami. Chemicy badając tworzenie się takich kompleksów zauważyli pewne regularności świadczące o istnieniu różnic i podobieństw w dość licznej rodzinie pierwiastków. I.Mendelejew (1834-1907) patrząc na te różnice i podobieństwa poprzez pryzmat ciężaru pierwiastka rozszyfrował ogólną zasadę ich występowania. Ma ona postać tablicy noszącej dziś nazwę tablicy Mendelejewa. Tablica Mendelejewa wskazywała na to, że atomy mają swoją wewnętrzną strukturę zbudowaną na bazie jeszcze bardziej prostych elementów materii. Okazały się nimi: ujemnie naładowany elektron, zidentyfikowany w 1897 roku przez J.J.Thomsona (1856-1940) oraz odkryte w 1913 roku przez E.Rutherforda (1871-1937), znacznie cięższe od elektronu i posiadające ładunek dodatni, jądro.

§2. ZDERZENIA – ŹRÓDŁO WIEDZY O MIKROŚWIECIE

Nowa jakość eksperymentów XX-ego wieku, kiedy to zaczęto badać strukturę podstawowych cegiełek materii, jakimi są atom czy też cząstka elementarna, polegała na tym, że nie było, czym ich badać, gdyż to atom określał granice miniaturyzacji urządzeń. W eksperymentach makroskopowych, kiedy obserwowane są ogromne zbiory atomów, fotony czy elektrony są narzędziem badawczym – wszak strumień światła odbitego od powierzchni księżyca lub rozproszonego przy przechodzeniu przez cienką folię jest źródłem informacji o obiektach obserwowanych, tak w lunecie astronomicznej jak i w mikroskopie optycznym. Strumień szybkich elektronów przenikających materię jest podstawowym źródłem informacji o budowie mikroorganizmów, takich jak bakterie czy wirusy obserwowane w mikroskopie elektronowym. Ale jak obserwować zachowanie się pojedynczego elektronu czy fotonu ?

Pomiar na granicy podzielności materii. Problem obserwacji pojedynczego elektronu stanowił w latach dwudziestych minionego stulecia kluczowy temat filozoficznych dyskusji wśród fizyków. Wokół niego rozegrała się decydująca bitwa o odejście od zasad determinizmu przy opisie mikroświata. Owszem, argumentowano, można obserwować rozpraszanie fotonu czy elektronu, na innym fotonie czy elektronie lub atomie, ale to jest tak jak byśmy przy pomocy młotka badali obiekty ze szkła. I to w dodatku w sytuacji, kiedy rozmiary naszego młotka są znacznie większe od rozmiarów szklanego obiektu. W oparciu o takie rozumowanie ***została sformułowana przez E.Heisenberga*** w latach dwudziestych minionego stulecia, tak zwana ***zasada nieoznaczoności***. Ta formalnie poprawna zasada mówiąca, że nie można śledzić lotu elektronu nie zakłócając tego lotu, ***stała się podstawą do sformułowania tezy, że w obrębie atomu w ogóle nie można operować pojęciem zlokalizowanego elektronu*** poruszającego się po określonej orbicie ze ściśle określoną prędkością.

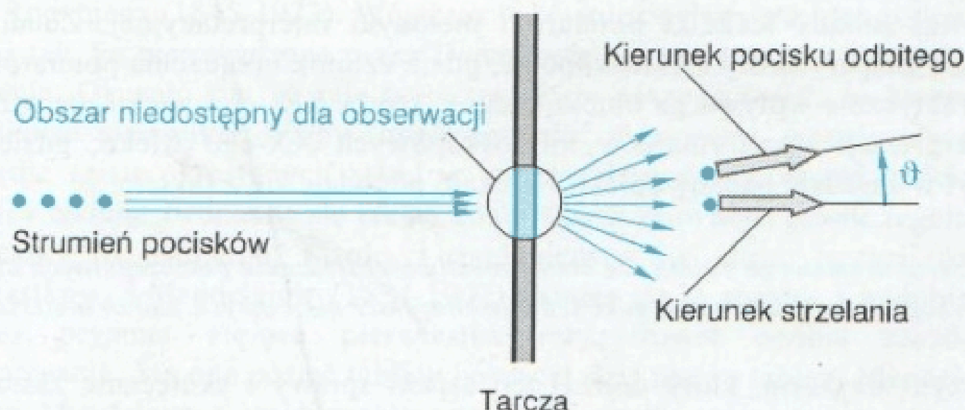
Istotnie, nie mamy możliwości śledzenia pojedynczego elektronu poruszającego się w atomie. I to jest prawda. W przypadku atomu pomiar wykonywany na jego elektronie prowadzi do zniszczenia tego atomu, mamy sytuację analogiczną do obiektów ze szkła i ciężkiego młotka. Ale pomimo pozoru, metoda "młotka" nie jest całkiem absurdalna. Jeżeli bowiem mamy do dyspozycji dużą ilość identycznych szklanych obiektów, a i młotka będziemy używać w inteligentny sposób, to z uzyskiwanych za każdą próbą fragmentarycznych informacji wiele możemy wnioskować, i to wiele, o własnościach rozbijanych obiektów – czy są duże, czy są twarde, jaki mają kształt itp. Okazuje się, że w mikroświecie metoda "młotka" jest to jedyna metoda badawcza. Ta jakościowa różnica w eksperymencie makroskopowym i w eksperymencie mikroskopowym postawiła na porządku dziennym problem całkowitej zmiany techniki pomiaru i metodyki interpretacyjnej. Zbudowana w oparciu o eksperymenty makroskopowe, gdzie czujnik urządzenia pomiarowego nie miał praktycznie wpływu na obiekt badany, teoria XIX-ego wieku nie przystawała do interpretacji eksperymentów mikroskopowych XX-ego wieku, gdzie czujnik niszczył w zasadzie badany obiekt. Należało pogodzić się z faktem, że

w obszarze atomowego świata nie mamy możliwości śledzenia poszczególnych cząstek, a mikroskopowe pomiary mogą mieć jedynie charakter niszczących badań materiałowych.

Pierwszym fizykiem, który dojrzał ten aspekt sprawy i skutecznie zastosował w badaniach mikroświata "metodę młotka" był J.J.Thomson. W oparciu o zjawisko jonizacji, którego istotą jest rozbicie atomu na dodatnio i ujemnie naładowane fragmenty, Thomson pokazał, że elektron jest uniwersalnym składnikiem materii. W ten to sposób położony został fundament pod ogromny dział współczesnej fizyki, jakim jest fizyka zderzeń atomowych – główne dziś źródło informacji o budowie atomów i molekuł. Niestety, ***ograniczenia wynikające z interpretowanie zasady nieoznaczoności Heisenberga, spowodowało, że przez wiele dziesiątków lat XX-go wieku źródło tych informacji, jakim są zderzenia atomowe pozostawało praktycznie niewykorzystane.*** Byłem chyba jedynym wyjątkiem, który konsekwentnie poszedł tropem wytyczonym przez J.J.Thomsona. Decyzja okazała się słuszna. To na podstawie eksperymentów zderzeniowych interpretowanych na bazie ścisłych reguł klasycznej dynamiki udało się określić jak poruszają się elektrony w atomach, o czym będzie mowa w następnym rozdziale. Przedtem jednak, kilka słów o kluczowej metodzie poznawczej mikroświata, jaką jest fizyka zderzeń atomowych.

Strzelamy na oślep. Wyobraźmy sobie, że zasłona dymna okrywa obszar o powierzchni *S*. Niech sumaryczna powierzchnia celów w nim ukrytych wynosi *s*. Wówczas prawdopodobieństwo trafienia któregokolwiek z nich przy jednym strzale, o ile strzelamy na ślepo, będzie wyrażało się stosunkiem sumarycznej powierzchni celów do powierzchni zakrytej. Jeżeli ostrzał zasłoniętego terenu, który – używając terminologii zderzeń atomowych – będziemy nazywać tarczą, poprowadzimy w sposób zupełnie chaotyczny, to ze stosunku liczby trafień do liczby strzałów spudłowanych możemy wnioskować o powierzchni przesłoniętego celu (lub celów). I tak, jeżeli na 100 strzałów uzyskano 5 trafień, to najbardziej prawdopodobna powierzchnia celu wynosi 5% powierzchni całej tarczy. Nie możemy jednak wykluczyć, z uwagi na występujący element przypadku, że powierzchnia celu jest znacznie większa lub znacznie mniejsza od tej wartości. Ten element niepewności to indeterministyczny aspekt naszego makroskopowego eksperymentu. Tego rodzaju indeterminizm zawsze towarzyszy zderzeniowym eksperymentom atomowym. Poza filozoficznym aspektem nie ma on praktycznego znaczenia, jako że powtarzając eksperyment z ostrzałem dowolną ilość razy, jesteśmy w stanie dowolnie zmniejszyć błąd w określaniu powierzchni celu.

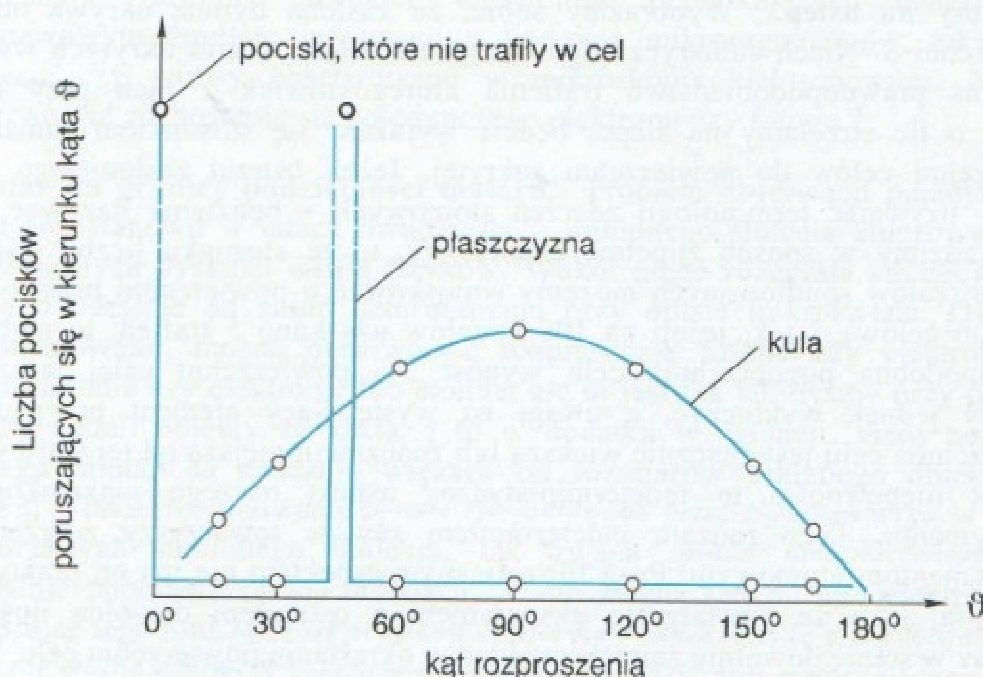
Prowadząc ostrzał jak dotąd nic nie mówiliśmy o sposobie weryfikacji celności strzelania. Wyobraźmy sobie, że ostrzał prowadzimy piłkami, które odbijają się przy trafieniu w cel. W takiej sytuacji liczba trafień odpowiadałaby liczbie piłek, które zmieniły kierunek swego lotu. Powstaje pytanie: czy obserwując rezultaty strzelania możemy wnioskować również i o innych własnościach celu ? Wyobraźmy sobie, że określając kierunek lotu piłek odbitych od celu stwierdzamy, że wszystkie poruszają się dokładnie w kierunku przeciwnym do kierunku strzału. Fakt ten sugeruje, że napotykają one płaszczyznę prostopadłą do kierunku strzelania.



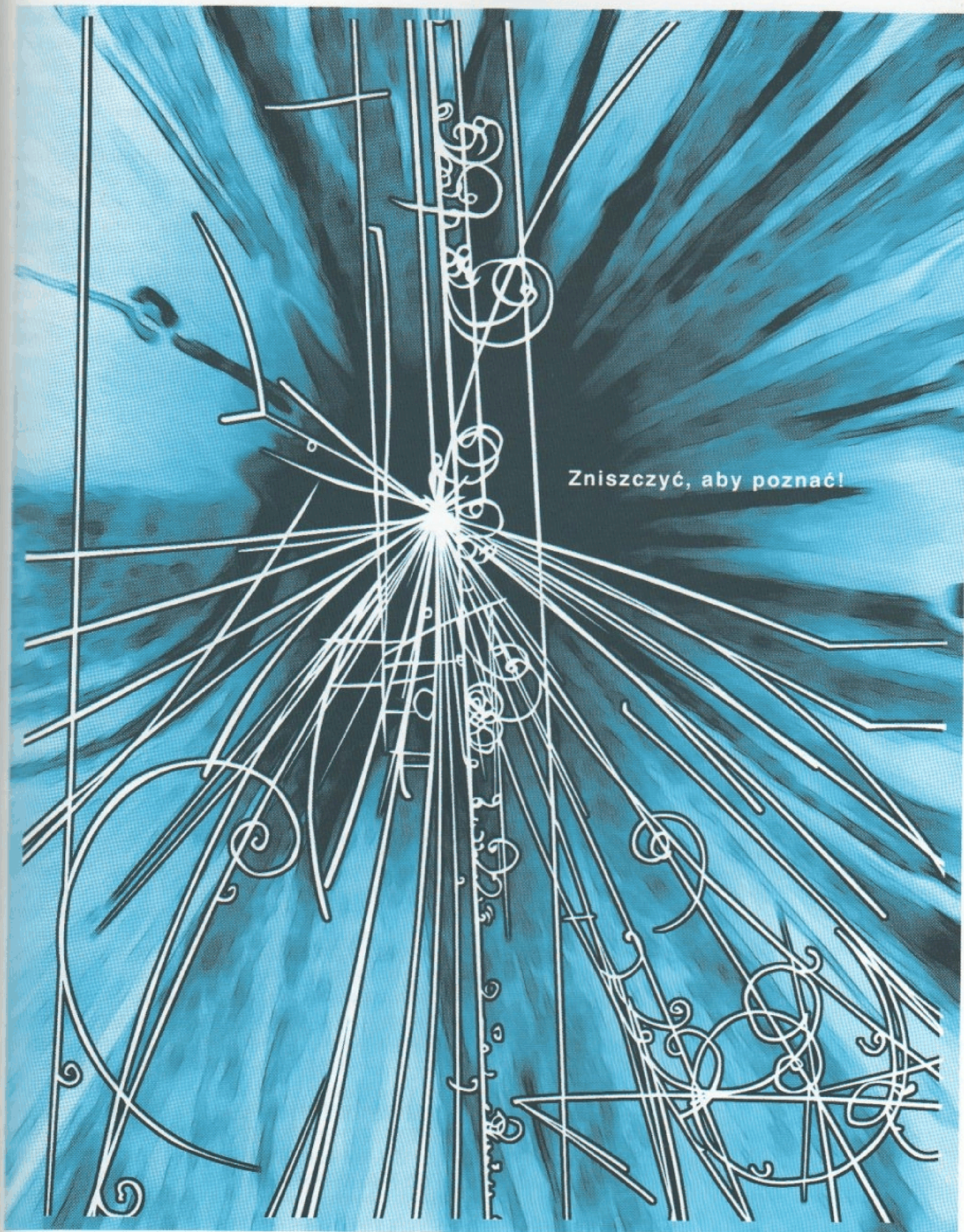
Rys.2. Idea eksperymentu stanowiącego fundament naszej wiedzy o mikroświecie. Strumień pocisków o znanych własnościach bombarduje tarczę o nieznanej wewnętrznej budowie. Na podstawie pomiarów ilości pocisków przechodzących przez tarczę i rozpraszanych pod różnymi kątami możemy wnioskować o wewnętrznej strukturze tej tarczy. Dodatkowe informacje możemy uzyskać na podstawie pomiaru zmian energii bombardujących pocisków.

Gdyby obserwacje wykazały, że wszystkie piłki odbite poruszają się pod kątem ϑ do kierunku strzelania, to wniosek nasz odnośnie do celu należałoby nieco zmodyfikować. Wiedząc, że piłka odbija się od płaskiej ściany tak, że kąt padania równa się kątowi odbicia, sformułowalibyśmy go następująco: w obłoku znajduje się płaszczyzna nachylona pod kątem $\frac{1}{2}\vartheta$ do kierunku strzelania.

Gdyby piłki wychodziły pod kilkoma różnymi kątami, to mielibyśmy prawo domniemywać, że znajdują się tam różnie zorientowane w przestrzeni fragmenty płaszczyzn – a więc, że mierzony obiekt ma postać wielościanu. Generalnie rzecz biorąc po zliczeniu piłek odbitych pod określonymi kątami (innymi słowy przeprowadzając eksperyment rozproszeniowy) moglibyśmy ustalić kształt nawet bardzo wymyślnego celu.

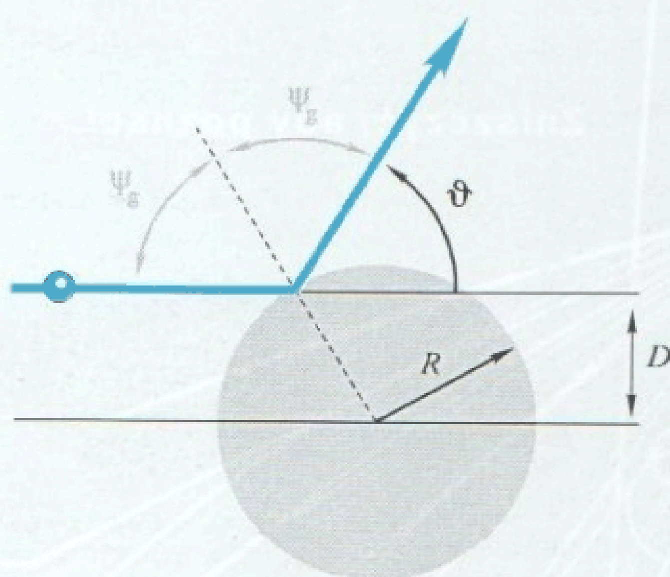


Rys.3. Rozkłady kątowe piłek odbijanych od płaszczyzny i od kuli przy chaotycznie prowadzonym ostrzale. Jak widać na podstawie tych rozkładów możemy wnioskować o kształcie niewidocznego obiektu.

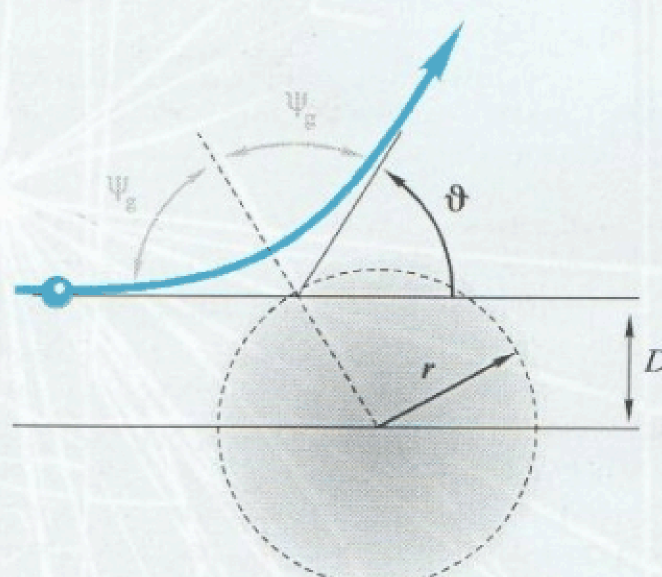


Mikroskopowa katastrofa: zderzenie jądra atomu węgla z jądrem atomu tantalu(^{12}C + Ta) przy energii 4.2 GeV/c na nukleon. (Zjednoczony Instytut Badań Jądrowych-Dubna).

E.Rutherford strzela cząstkami α na oślep do atomu. To, co powiedzieliśmy powyżej o metodzie strzelania na oślep do zasłoniętego celu można odnieść i do takiego obiektu, jakim jest niewidzialny dla gołego oka atom. Rolę piłki może w tym przypadku spełniać elektron, najsubtelniejszy obiekt, jaki dała nam do dyspozycji natura, lub też znacznie od niego cięższy proton czy cząstka α, jak to było w przypadku E.Rutherforda. Ale, aby móc wnioskować o kształcie, czy innych cechach niewidocznego celu należy znać prawo oddziaływania pocisków bombardujących ukryty cel z jego powierzchnią. W omawianym przez nas powyżej strzelaniu piłkami wnioskowanie było oparte na założeniu, że ostrzeliwany obiekt ma twardą powierzchnię, a kąt padania równa się kątowi odbicia. W przypadku atomu sytuacja wygląda nieco inaczej. Atom nie posiada wyraźnie określonej powierzchni. Jest on rozmyta i bombardujące go "piłki" – elektrony czy protony mogą doń, w zależności od energii, głębiej lub płycej wnikać. Pewną analogią do rozmytej powierzchni atomu mogłaby by być giętka powierzchnia balonika wypełnionego powietrzem, który przy zbyt silnym uderzeniu może w ogóle pęknąć.



Odbicie od twardej kuli

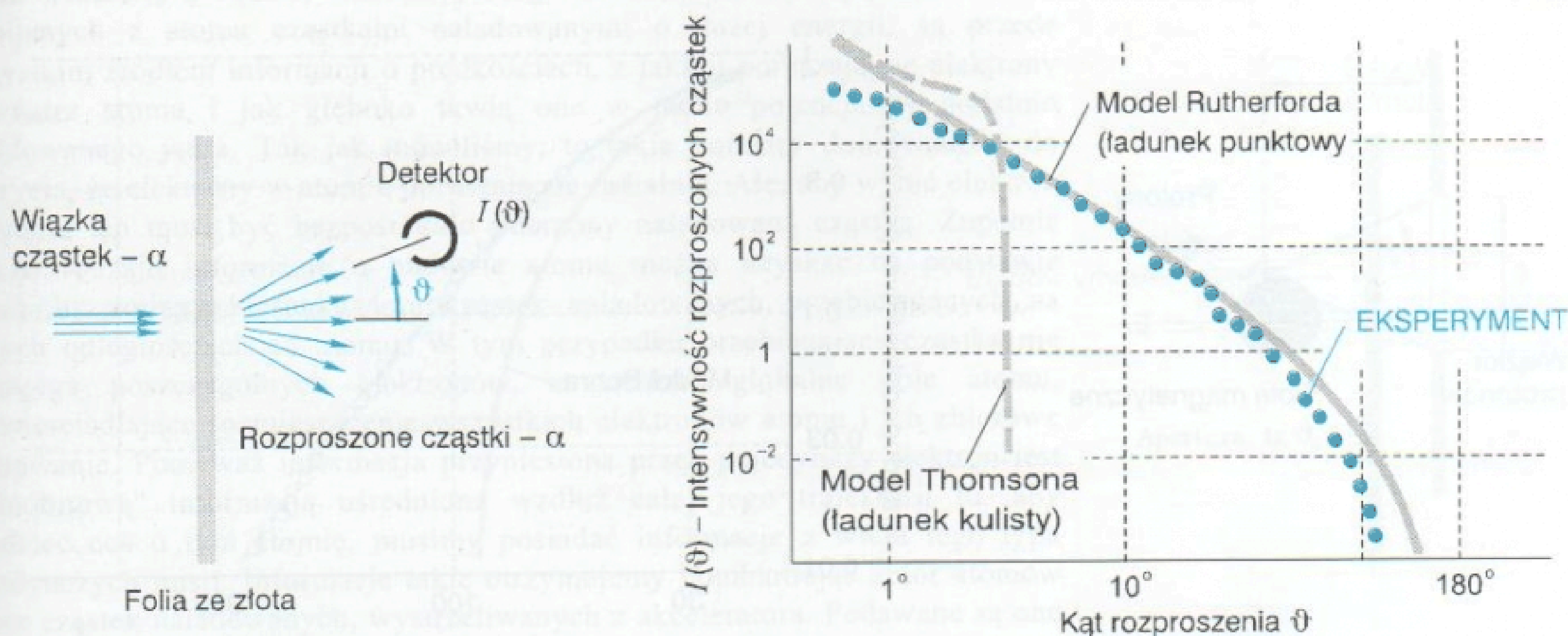


Rozpraszanie w polu Coulomba

Rys.4. Lewa część rysunku pokazuje zasadę zderzenia ze sztywną powierzchnią kuli. W tym przypadku powierzchnia odbijająca jest jednoznacznie określona promieniem kuli *R*. W tym to miejscu pocisk gwałtownie zmienia kierunek swego lotu. Prawa część rysunku ilustruje odbijanie od sferycznie symetrycznego obiektu nie posiadającego wyraźnej granicy. W przypadku takiej rozmytej, dyfuzyjnej, granicy pocisk łagodnie zmienia kierunek swego lotu a głębokość wnikania zależy od masy pocisku, jego prędkości i od położenia jego pierwotnego kierunku lotu w stosunku do centrum bombardowanej cząstki. Odległość tą, oznaczoną na rysunku symbolem *D*, nazywamy parametrem zderzenia.

Statystyka rozpraszanych cząstek będzie zależeć, więc od prawa opisującego oddziaływanie pocisków z bombardowanym obiektem. Jeżeli prawo oddziaływania nie jest nam znane to robiąc takie czy inne założenia odnośnie tego prawa i porównując wyniki obliczeń z wynikami obserwacji możemy próbować nieznane nam prawo zidentyfikować. Każde nasze założenie znajdzie natychmiast swoje odzwierciedlenie w statystyce rozpraszanych cząstek.

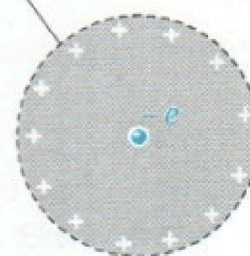
W ten to sposób, bombardując atomy złota tkwiące w cienkiej metalowej folii cząstkami α wysyłanymi przez radioaktywne substancje E.Rutherford dokonał podstawowego odkrycia dotyczącego budowy atomu. Porównując obserwowany rozkład kątowy rozpraszanych cząstek-α z rozkładem obliczonym przy założeniu, że cząstka α i bombardowany atom oddziaływają zgodnie z prawem Coulomba, pokazał, że praktycznie cała masa atomu jest zlokalizowana w ciężkim dodatnio naładowanym punktowym (prawie punktowym) jądrze.



Rys.5. Wyniki pomiarów (kropki) i wyniki obliczeń (linia ciągła) dla cząstek-α rozpraszanych na atomach złota. Zgodność obliczeń wykonanych w oparciu o równanie ruchu Newtona dla siły Coulomba z wynikami pomiarów, to dowód poprawności założenia, jakie Rutherford zrobił na temat budowy atomu. Rezultat ten pokazuje funkcjonowanie metody badawczej mikroświata, jaką są zderzenia atomowe.

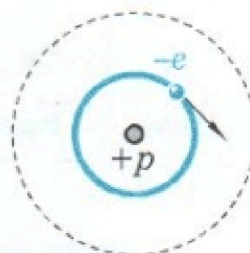
Radialny model atomu – model swobodnego spadku. Wyniki prac Rutherforda odsłoniły rąbek tajemnicy atomu. Ale kluczowa sprawa dotycząca rozmieszczenia i ruchu elektronów w atomie pozostawała wciąż niewyjaśniona. Należało sobie odpowiedzieć na pytanie: czy mając do dyspozycji takie mikroskopowe "piłki", jak elektrony czy protony i bombardując nimi atom jesteśmy w stanie coś powiedzieć o elektronach tkwiących w atomie. Okazuje się, że można. Pierwszy krok w tym kierunku zrobił J.J.Thomson jeszcze zanim E.Rurherford dokonał swojego odkrycia. Thomson obserwując zjawiska towarzyszące przechodzeniu szybkich cząstek naładowanych w gazach, w pierwszym rzędzie hamowanie tych cząstek i produkcję swobodnych nośników elektryczności, doszedł do wniosku,

Obłok ładunku dodatniego



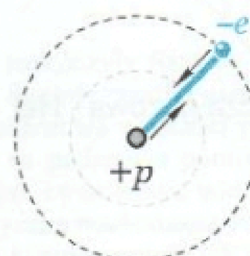
Sstatyczny model atomu (Thomson 1898).

liczba elektronów w atomie jest w przybliżeniu równa połowie jego liczby masowej,

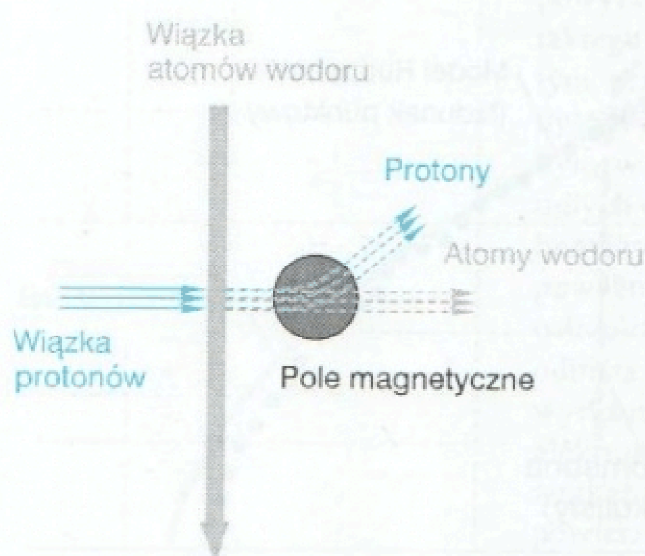


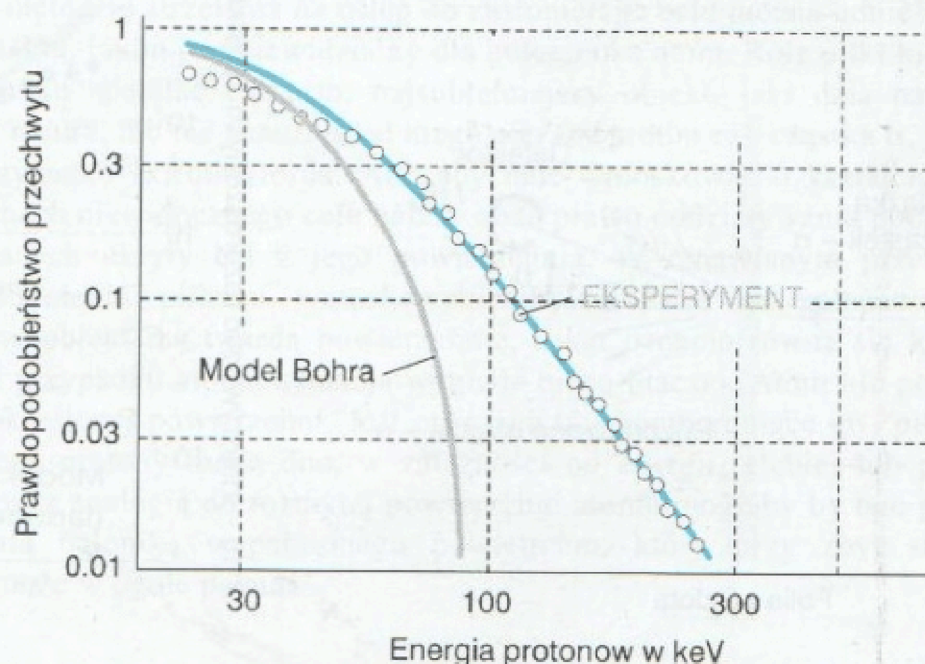
Dynamiczny model atomu (Bohr 1913).

jak też uzyskał istotne informacje na temat energii wiązania tych elektronów w atomie. Otrzymane w ten sposób informacje, uzupełnione informacjami uzyskanymi na drodze spektroskopowej, pozwoliły domniemywać o tym, jak też zbudowany jest atom. Z chwilą stwierdzenia, że dodatni ładunek atomu jest skoncentrowany w punktowym jądrze można było twierdzić, że elektrony w atomie poruszają się na podobieństwo planet krążących wokół słońca. Oznaczało to, że w przypadku najprostszego atomu, jakim jest posiadający jeden elektron atom wodoru orbita elektronu jest elipsą. Znając z eksperymentu energię wiązania elektronu można było określić rozmiary tej orbity. ***Niestety, na prawidłową odpowiedź, jaki jest mimośród eliptycznej orbity przyszło poczekać ponad pół wieku, jako że odpowiedź na to pytanie dana przez Bohra okazała się być odpowiedzią błędną.*** Droga, na jakiej doszedłem do prawidłowego rozwiązania zagadki jest opisana w §1 rozdziału 4. Tutaj powiem tylko tyle, że elektron w atomie wodoru porusza się radialnie do jądra wzdłuż trajektorii swobodnego spadku, a podstawą do sformułowania takiego wniosku była konfrontacja obliczeń z wynikami eksperymentów zderzeniowych z wodorem atomowym.



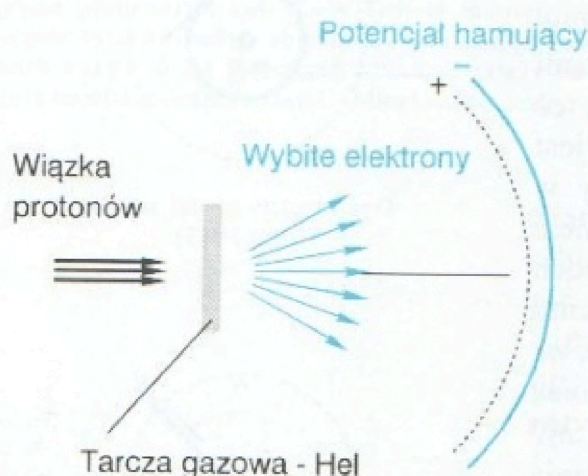
Model swobodnego spadku (M.G. 1965)

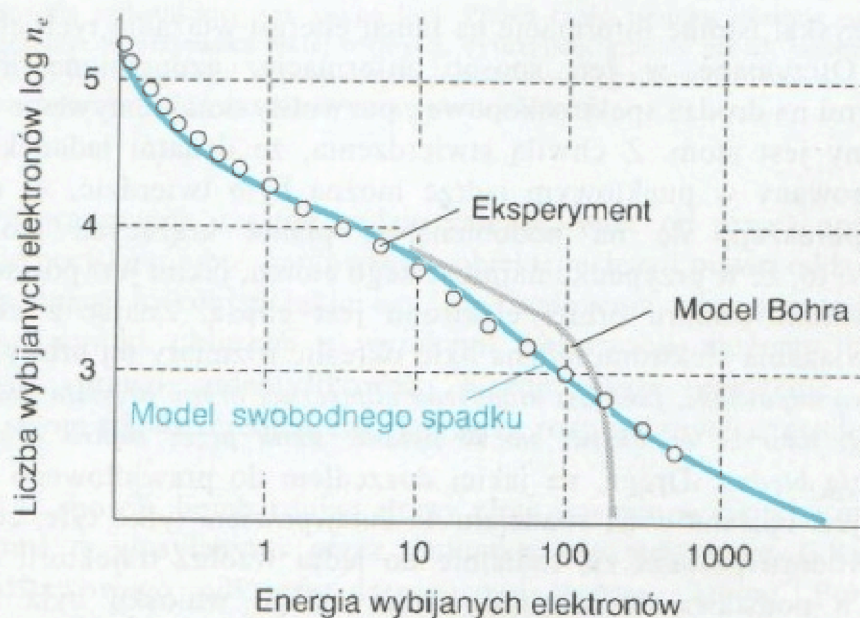




Rys.6. Wyniki pomiarów i wyniki obliczeń prawdopodobieństwa schwytania elektronu przez proton zderzający się centralnie z atomem wodoru. Jedne obliczenia zostały wykonane dla elektronu poruszającego się po orbicie kołowej, a drugie dla elektronu poruszającego się radialnie wzdłuż trajektorii swobodnego spadku. Wyniki obliczeń pokazały, że proces wychwytu elektronu w sposób istotny zależy od kształtu elektronowej orbity. Zgodność wyników obliczeń dla trajektorii swobodnego spadku z wynikami pomiarów, to niepodważalny dowód rzeczowy w naszym procesie, że elektron w atomie porusza się zgodnie z zasadami klasycznej fizyki wzdłuż ściśle określonej trajektorii – a jest nią trajektoria swobodnego spadku.

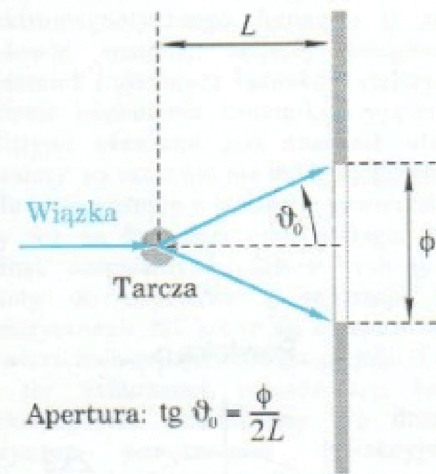
Odkrycie błędu popełnionego przez Bohra odblokowało drogę w kierunku rozszyfrowania porządków panujących w wielo-elektronowych atomach. Tak jak w przypadku atomu wodoru, tak i tu podstawą do snucia wniosków o wewnętrznej strukturze atomów wielo-elektronowych były eksperymenty oparte na technice zderzeń atomowych. Porównując wyniki obliczeń wykonywanych dla różnych modeli atomu z wynikami pomiarów udało mi się ustalić pewną cechę wspólną dla wszystkich atomów. Wbrew temu, co sądzono dotychczas, okazało się, że elektrony we wszystkich atomach poruszają się radialnie do jądra (poniższy rysunek to ilustracja moich dociekań w tej sprawie).

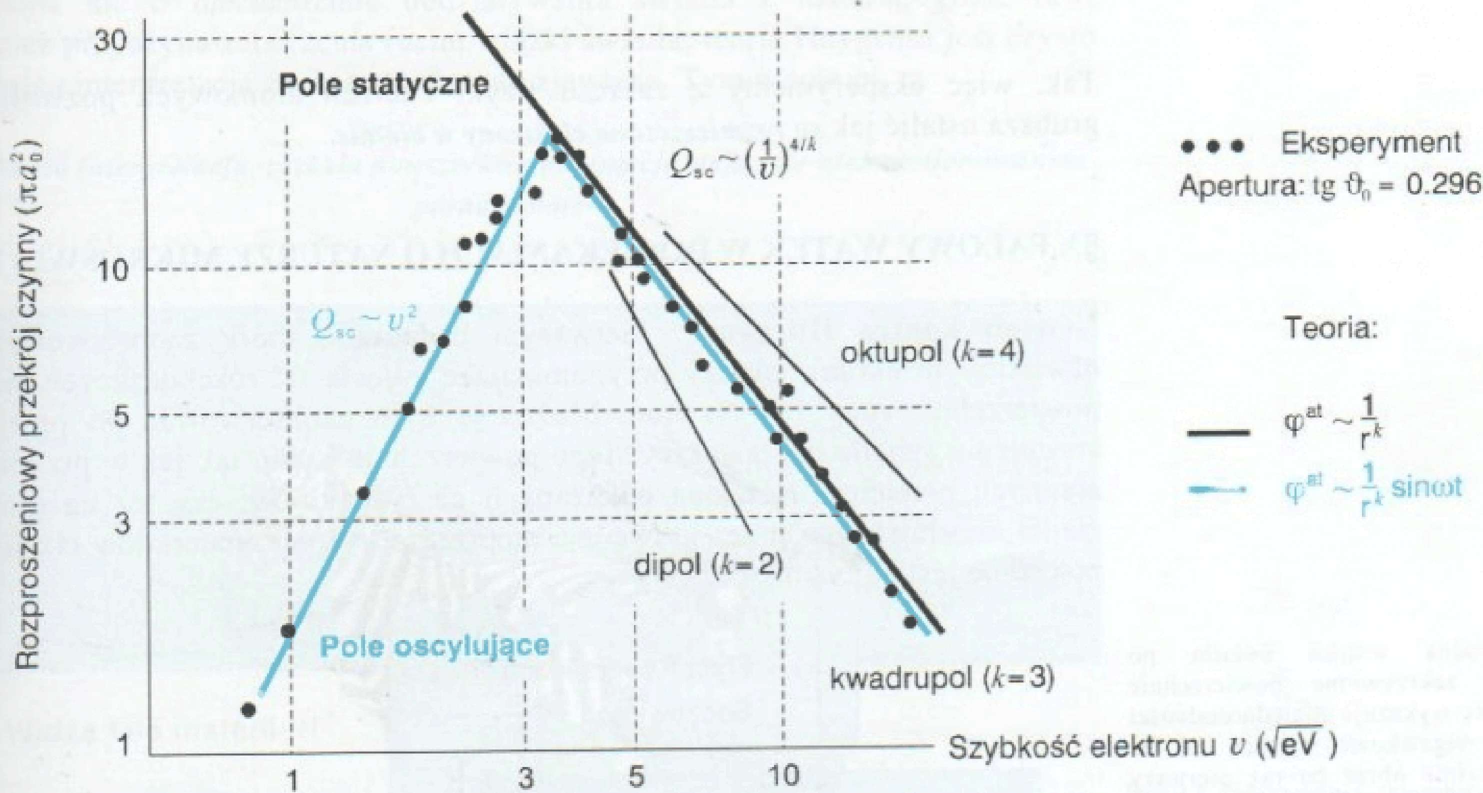




Rys.7. Pomierzone i obliczone dla dwu różnych modeli atomu helu widmo energetyczne elektronów wybijanych protonami o energii 200 keV. Porównanie wyników obliczeń z pomiarami wyraźnie wskazuje na to, że elektrony w atomie helu poruszają się ruchem radialnym do jądra.

Atom widziany z oddali. Pomiary energii i rozkładów kątowych elektronów wybijanych z atomu cząstkami naładowanymi o dużej energii, są przede wszystkim źródłem informacji o prędkościach, z jakimi poruszają się elektrony wewnątrz atomu i jak głęboko tkwią one w jamie potencjalnej dodatnio naładowanego jądra. Tak jak mówiliśmy, to takie pomiary doprowadziły do odkrycia, że elektrony w atomie poruszają się radialnie. Ale, aby wybić elektron z atomu, ten musi być bezpośrednio uderzony naładowaną cząstką. Zupełnie innego rodzaju informacje o budowie atomu można uzyskać na podstawie pomiarów zmiany kierunku lotu cząstek naładowanych przebiegających na dużych odległościach od atomu. W tym przypadku przebiegająca cząstka nie dostrzega poszczególnych elektronów, a „widzi" globalne pole atomu, odzwierciedlające rozmieszczenie wszystkich elektronów atomu i ich zbiorowe zachowanie. Ponieważ informacja przyniesiona przez pojedynczy elektron jest "jednobitową" informacją uśrednioną wzdłuż całej jego trajektorii to, aby wiedzieć coś o tym atomie, musimy posiadać informacje z wielu tego typu pojedynczych misji. Informacje takie otrzymujemy bombardując zbiór atomów rojem cząstek naładowanych, wystrzeliwanych z akceleratora. Podawane są one najczęściej pod postacią tak zwanego całkowitego przekroju czynnego na rozpraszanie. Mówi on, przy jakiej odległości od atomu odchylenie sondujących pocisków staje się mniejsze, niż kąt ϑ_0 , określony aperturą stosowanego urządzenia pomiarowego. Wyniki takich pomiarów dla atomu argonu, przeprowadzonych jeszcze w latach trzydziestych, pokazane są na rysunku 8.



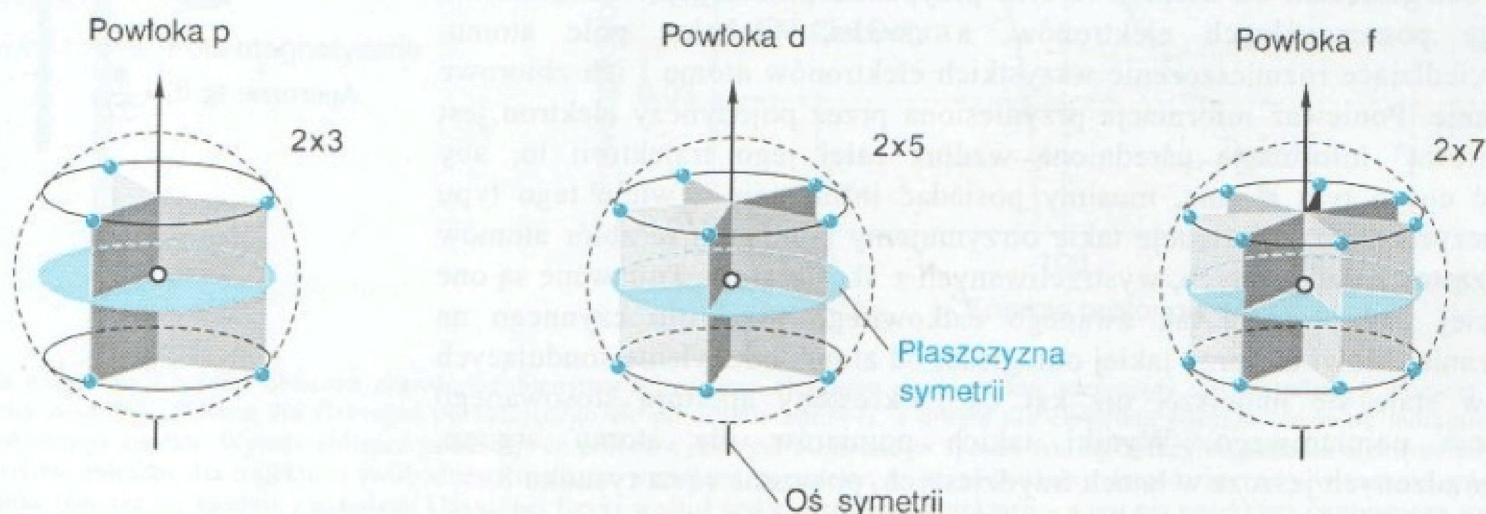


Rys.8. Wyniki pomiarów rozpraszania elektronów na atomach argonu. Otrzymane w latach trzydziestych wyniki zaskoczyły fizyków – było dla nich rzeczą dziwną, że przy zmniejszającej się energii elektronów rozpraszanie w pewnym momencie zaczyna maleć. Istotnie, postrzegając atom na wzór kuli bilardowej takiego zjawiska wytłumaczyć nie było można. A nie można było, bo atom nie ma tak jak kula bilardowa wyraźnej granicy. Granice atomu są rozmyte, a na dodatek oscylują w czasie, jak sprężający i rozprężający się balon. Okazało się, że na podstawie pomiarów takich jak pokazane są na tym wykresie, można określić, jak szybko zanika pole elektryczne atomu na jego peryferiach i jak ewentualnie wielka jest częstość drgań tego pola. Analiza problemu przeprowadzona na bazie równania Newtona i formuł opisujących pole elektryczne pochodzące od zbioru cząstek naładowanych pozwoliła powiązać obserwowane zależności z rozkładem elektronów w atomie. Wykładnik potęgi k, mówi o tym, jak pogrupowane są zewnętrzne elektrony atomu, a załamanie krzywej przekroju czynnego mówi o drganiach pola elektrycznego atomu.

Teoretyczna analiza tego typu eksperymentów pokazała, że

atom to dobrze uporządkowana struktura przestrzenna poruszających się zespołowo elektronów.

I tak, w przypadku gazów szlachetnych zewnętrzną powłokę atomu tworzy sześć elektronów rozmieszczonych po narożach graniastosłupa. Przy radialnym ruchu elektronów mamy do czynienia z graniastosłupem, którego rozmiary periodycznie kurczą się do zera. W przypadku powłok elektronowych o innej liczbie elektronów mamy sytuację podobną, patrz rysunek poniżej.

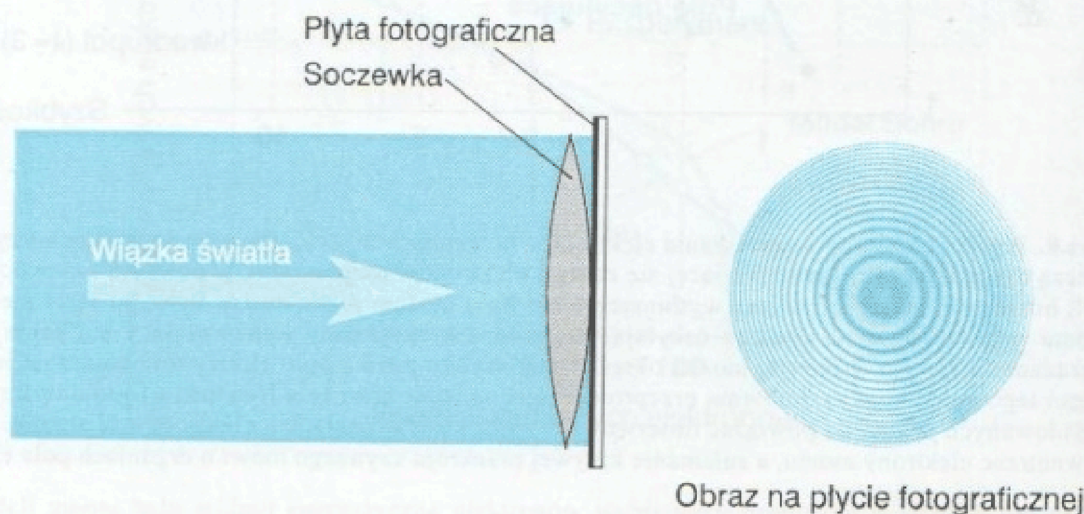


Rys.9. Elektrony w atomach są pogrupowane, tworząc symetryczne elektronowe powłoki. Powyżej pokazany jest charakter rozmieszczenia elektronów w 6, 10 i 14 elektronowych powłokach atomów wieloelektronowych. Pierwszy krok w kierunku rozszyfrowania budowy elektronowej atomu.

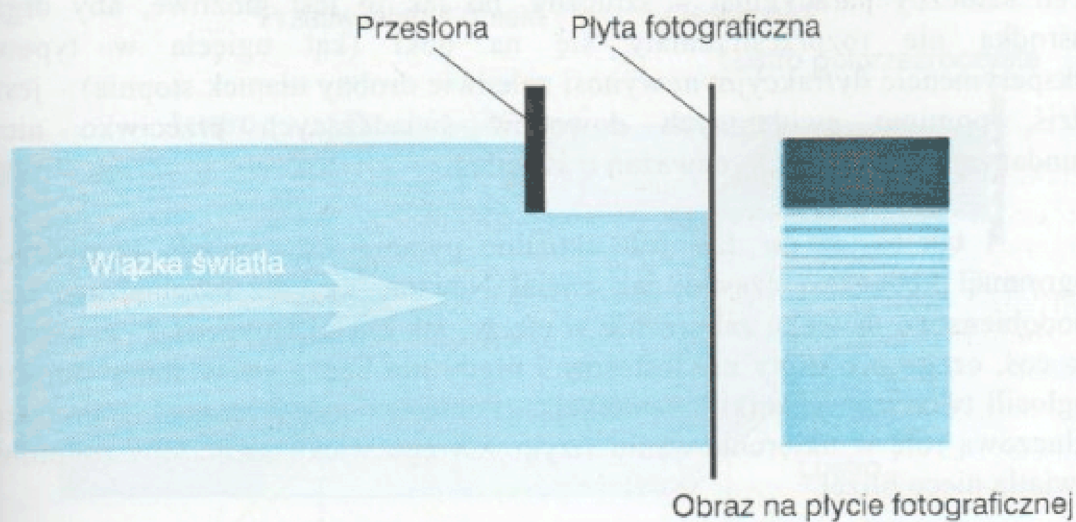
Tak, więc eksperymenty z zakresu fizyki zderzeń atomowych pozwoliły z grubsza ustalić jak *są rozmieszczone elektrony w atomie.*

§3. FALOWY WĄTEK W DOCIEKANIACH O NATURZE MIKROŚWIATA

Newton kontra Huygens. Pierwszym badaczem, który zaobserwował na oświetlonym ekranie obrazy przypominające zdjęcia fal rozchodzących się po powierzchni wody był Newton. Można je było zaobserwować po przejściu strumienia światła przez zakrzywione powierzchnie szkła, tak jak w przypadku słynnych pierścieni Newtona pokazanych na rysunku 10, czy też na granicy cienia zarysowanego przez krawędzie nieprzeźroczystych materiałów tak jak to pokazane jest na rysunku 11.



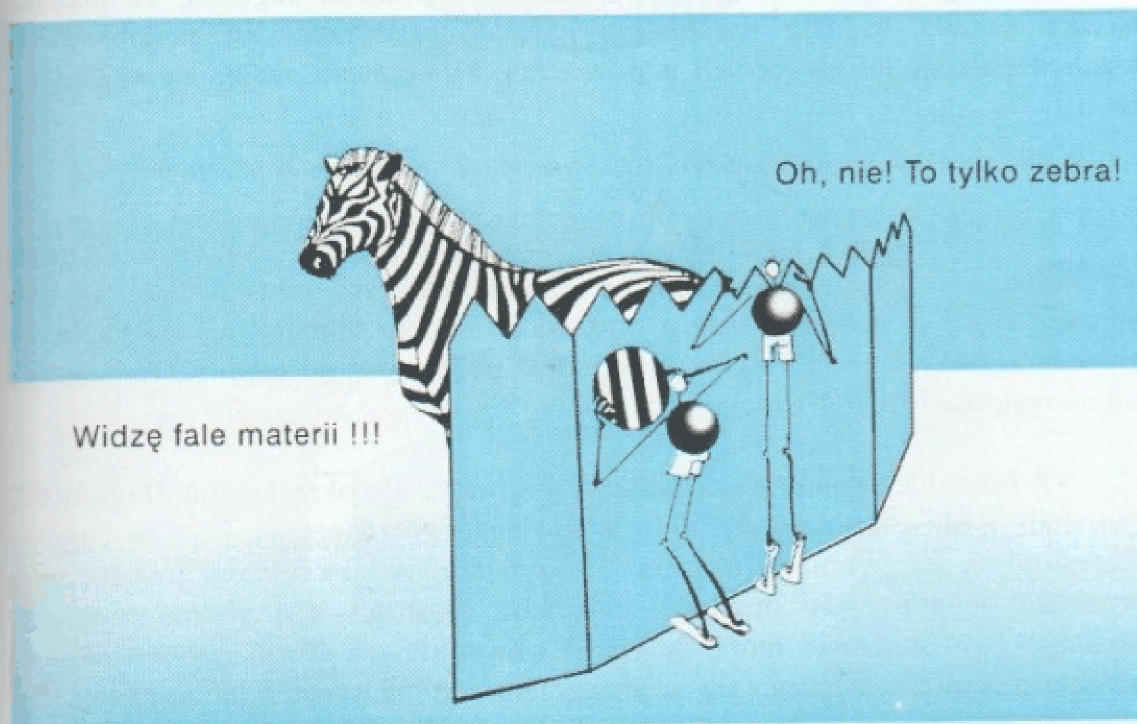
Rys.10. Jednorodna wiązka światła po przejściu przez zakrzywione powierzchnie szklanej soczewki wykazuje niejednorodności przypominające migawkowe zdjęcie fal na wodzie. Taki właśnie obraz po raz pierwszy zaobserwował Newton. Wychodząc z założenia, że za wąską strugą światła kryją się przemieszczające się w przestrzeni po liniach prostych cząstki, dopatrywał się przyczyn powstawania obrazów świetlnych o periodycznej strukturze w wewnętrznych oscylacjach świetlnych cząstek. Dowodów na oscylacyjną naturę świetlnych cząstek – fotonów dostarczyli trzysta lat później Planck i Einstein. My postaramy się rzucić światło na mechanizm powstawania pasiastych obrazów.



Rys.11. Typowy obraz uginania się światła przebiegającego w pobliżu krawędzi. Dziś, kiedy wiemy o oscylacyjnej naturze pola elektromagnetycznego fotonu i o ziarnistej budowie materii, będącej konglomeratem dodatnich i ujemnych ładunków elektrycznych, zadanie ujawnienia dynamiki kryjącej się za falistymi obrazami jest znacznie ułatwione. Niestety, na razie nic nie możemy powiedzieć o polu elektrycznym w warstwie powierzchniowej, czy też na krawędzi ciała stałego. Możemy jednak domniemywać, że w tych obszarach mamy do czynienia z separacją ładunku elektrycznego, tak jak to się dzieje w warstwie powierzchniowej zjonizowanego gazu. I właśnie, w tej zaburzonej równowadze ładunków elektrycznych, powinniśmy się doszukiwać przyczyn powstawania dyfrakcyjno-interferencyjnych pasiastych obrazów.

Nie było niestety dane Newtonowi stworzyć przyczynowo-skutkowy opis powstawania pasiastych obrazów. Nie pozwalał na to ówczesny stan wiedzy o materii. Nie istniało, ani pojęcie pola elektrycznego, ani pola magnetycznego. Tym niemniej, nie zawiodła Newtona, jak to postaramy się nieco dalej pokazać, jego genialna intuicja. Ta intuicja podpowiadała mu, że periodyczna struktura obrazów powstających na oświetlonym ekranie musi mieć niewątpliwie swoje źródło w periodycznych oscylacjach – wibracjach – materii świetlnych cząstek. Tą myśl Newtona zakwestionował Huygens (1629-1695), interpretując pasiaste obrazy na ekranie w duchu fal obserwowanych na powierzchni wody. Nie mówiąca nic o mechanizmie oddziaływania światła z materią, gdzie tkwi przecież przyczyna zaburzenia ruchu wiązki światła, teoria Huygensa jest czysto werbalną interpretacją zaobserwowanego zjawiska. Tym niemniej, ta

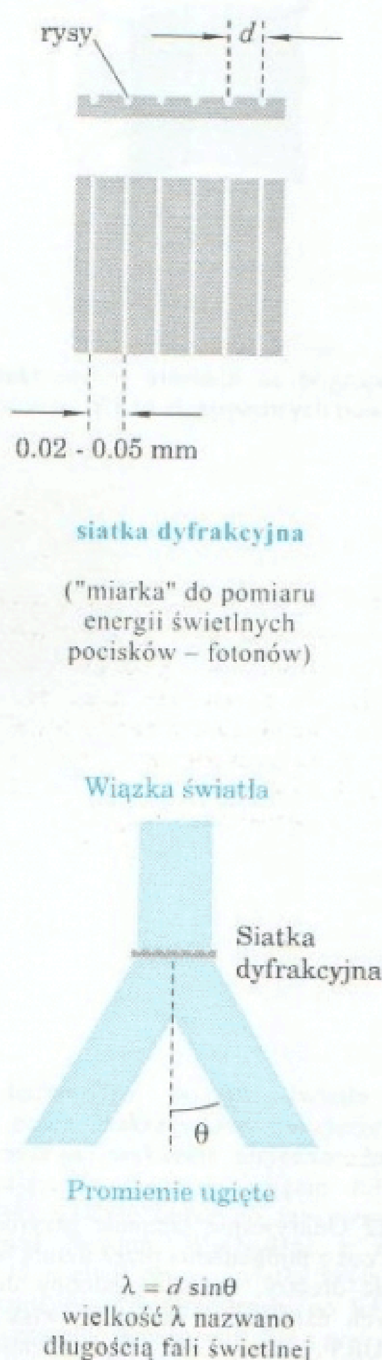
werbalna interpretacja, zyskała powszechną akceptację stając się niekwestionowanym paradygmatem.



Rys.12 Odkrywanie tajemnic przyrody ma w sobie coś z podglądania przez dziurę w płocie – widząc drobny, łudząco podobny do innych, znanych nam już z innych zjawisk fragment NATURY, łatwo o błędną interpretację zdobytych informacji. Tak też się stało w przypadku pasiastych obrazów obserwowanych w pewnych eksperymentach ze światłem i elektronami.

Ten sztuczny paradygmat – sztuczny, bo jak to jest możliwe, aby drgania ośrodka nie rozprzestrzeniały się na boki (kąt ugięcia w typowym eksperymencie dyfrakcyjnym wynosi zaledwie drobny ułamek stopnia) – jest do dziś, pomimo ewidentnych dowodów świadczących przeciwko niemu, fundamentem wszelkich rozważań o świetle.

I tak to, aż do dziś jest aktualne pytanie: czy światło to pędzące z ogromną prędkością cząstki, jak chciał Newton, czy też rozchodzące się na podobieństwo dźwięku zaburzenie w eterze, jak chciał Huygens ? A może jest to coś, czego my istoty nie jesteśmy i nigdy nie będziemy w stanie pojąć, jak ogłosili twórcy mechaniki kwantowej ? Ponieważ spór o istotę światła odegrał kluczową rolę w ukierunkowaniu fizyki XX-ego wieku spojrzymy na problem światła nieco bliżej.



siatka dyfrakcyjna

("miarka" do pomiaru energii świetlnych pocisków – fotonów)

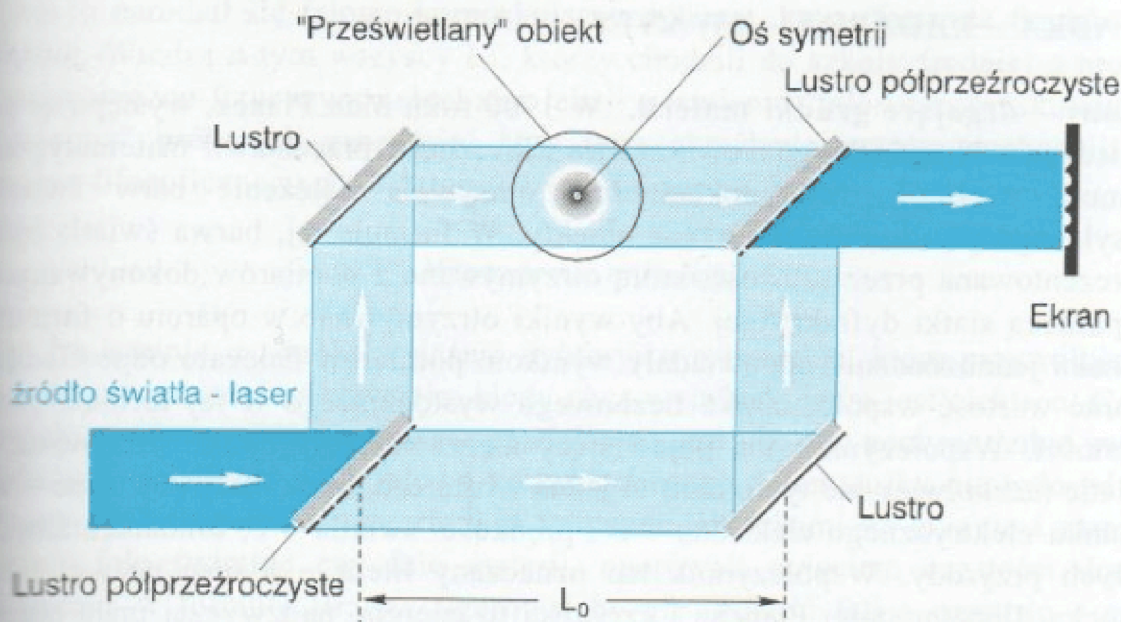
$\lambda = d \sin\theta$
wielkość λ nazwano długością fali świetlnej

Jak widzą barwy światła fizycy. Każdy bez wyjątku miał kiedyś okazję podziwiać uroki tęczy – słonecznego światła rozszczepianego w kropelkach wody padającego deszczu. Pedantyczni fizycy badający zjawisko rozszczepiania światła zauważyli, że odchylenie promienia załamującego się w warstwie powierzchniowej pryzmatu zmienia się wraz z jego barwą i subiektywne wrażenie barwy powiązali z dającym się pomierzyć kątem załamania. Odtąd nawet fizyk daltonista mógł rozróżniać barwy i prowadzić badania nad światłem. Ale owi fizycy zauważyli również, że rozszczepienie światła ma miejsce, kiedy przechodzi ono przez szklaną płytkę ze zrobionymi na jej powierzchni równoległymi rysami. Taka równomiernie porysowana płytka to siatka dyfrakcyjna. I tu okazało się, że pomiędzy odchyleniem promienia o określonej barwie i odległością pomiędzy rysami na siatce dyfrakcyjnej istnieje ścisła zależność, a barwę światła można wyrażać w jednostkach drogi (na przykład w centymetrach). W tym miejscu zrobiono pozornie mało znaczący krok mający jednak dalekosiężne konsekwencje. Wielkość odcinka, jaki otrzymywano z geometrycznych relacji pomiędzy kątem odchylenia promienia o określonej barwie a odległością pomiędzy rysami na siatce dyfrakcyjnej nazwano długością fali świetlnej. W nazwie tej tkwiła sugestia, że mknąca wiązka światła to fale rozchodzące się w przestrzeni na podobieństwo rozchodzenia się fal głosowych w powietrzu. Tymczasem, mając na względzie, że

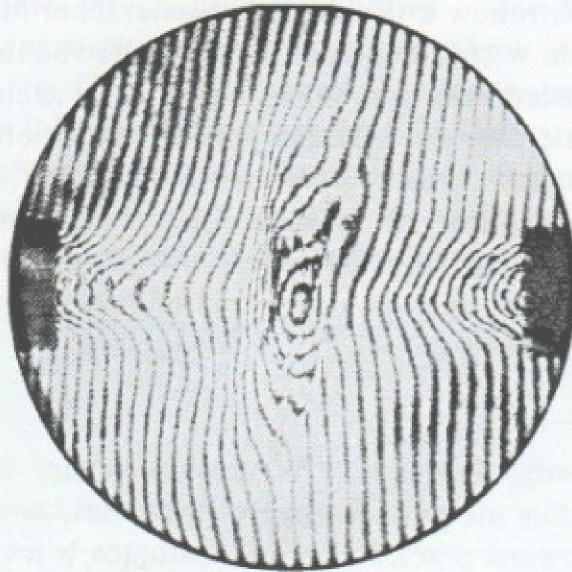
każdy ruch falowy jest ruchem oscylacyjnym, ale nie każda oscylacja jest falą

i wiedząc, że światło niezależnie od barwy porusza się zawsze z tą samą prędkością 300 tysięcy kilometrów na sekundę, należało barwę światła wyrazić poprzez częstość oscylacji. Ale o tym, że światło to fale stał wydawałoby się niepodważalny argument – cała masa zdjęć podobnych do tego, jakie znajduje się na rysunkach 10, 11 i 14.

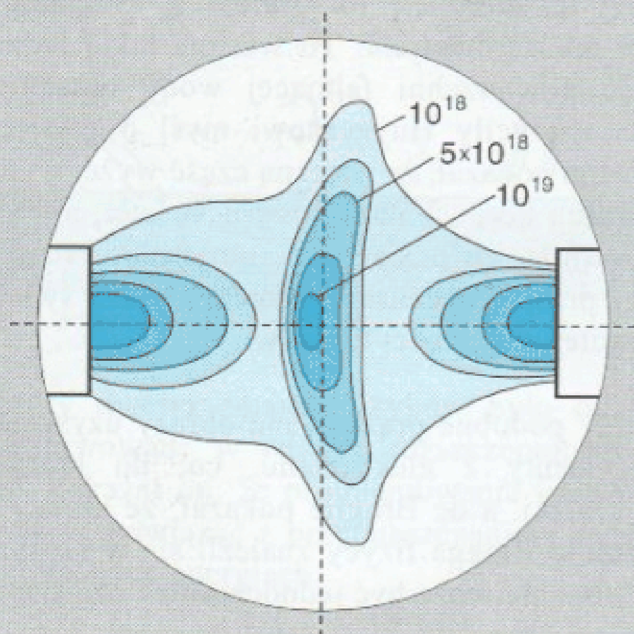
Z formalnego punktu widzenia posługiwanie się określeniem długość fali świetlnej, a nie częstość światła nie miało żadnego znaczenia, jako że długość i częstość są wzajemnie powiązane: iloczyn długości i częstości to po prostu prędkość światła. Ale operując pojęciem częstości nie wykluczamy, że periodyczność w czasie może dotyczyć wewnętrznych drgań indywidualnego obiektu przemieszczającego się w przestrzeni, natomiast operując pojęciem fali przesądzamy sprawę, że zjawisko dotyczy rozchodzenia się oscylacji w ośrodku ciągłym, kiedy to materia spoczywa a przemieszczają się jedynie drgania.



Rys.13. Interferometr Macha-Zendera. Wiązka światła rozszczepiona w półprzeźroczystym lustrze dociera do ekranu na dwu różnych drogach: L i L_0. W zależności od różnicy dróg na ekranie pojawiają się prążki lub też ekran będzie oświetlony równomiernie. Jeżeli w promieniu L znajduje się jakiś półprzeźroczysty obiekt to układ prążków ulegnie deformacji, tak jak to jest pokazane poniżej.



Rys.14. Obraz interferometryczny implodującej chmury zjonizowanego gazu. Znając reguły przemieszczania się prążków na ekranie spowodowane obecnością cząsteczek gazu na drodze promienia świetlnego, jesteśmy w stanie rozszyfrować zakodowane w powyższym zdjęciu informacje o zmianach gęstości w przeprowadzonym eksperymencie.



Rys.15. Informacje o gęstości gazu uzyskane na podstawie interferogramu pokazanego powyżej.

§4. ABRA – KADABRA – KWANTY

Energia kinetyczna fotonu:

$E_k = h\,\nu$

h – stała definiująca pojęcie fotonu.

Energia kinetyczna cząstki:

$E_k = \frac{1}{2}\,m\,v^2$

m – stała definiująca pojęcie cząstki.

Fotony – drgające grudki materii. W 1900 roku Max Planck, występując na posiedzeniu Niemieckiego Towarzystwa Fizycznego przedstawił matematyczną formułę, która z dużą dokładnością opisywała natężenie barw światła wysyłanego przez silnie rozgrzane obiekty. W formule tej, barwa światła była reprezentowana przez częstość, którą otrzymywano z pomiarów dokonywanych za pomocą siatki dyfrakcyjnej. Aby wyniki otrzymywane w oparciu o formułę Plancka jednoznacznie odpowiadały wynikom pomiarów należało odpowiednio dobrać wartość współczynnika liczbowego występującego w tej formule przy częstości. Współczynnik ten pojawiający się zawsze tam gdzie jest mowa o świetle (aczkolwiek nie tylko tam) to jedna z czterech, obok masy elektronu – *m*, ładunku elektrycznego elektronu – *e* i prędkości światła – *c*, fundamentalnych stałych przyrody. Współczynnik ten oznaczany literą – *h* nosi nazwę stałej Plancka. Iloczyn stałej Plancka i częstości to energia, nadzwyczaj mała porcja energii. I tą małą porcję energii określoną przez częstość Planck uznał za energię świetlnego pocisku – fotonu. A więc energia świetlna emitowana jest ze świecącego ciała w ściśle określonych porcjach energii – kapie jak woda z niedokręconego kranu, a nie wypływa z niego w sposób ciągły. Do takiego samego wniosku, że światło to grudki oscylującej materii doszedł Einstein analizując emisję elektronów z oświetlonej powierzchni metalu. Korpuskularna natura fotonów została w sposób niepodważalny udowodniona przez Comptona, który pokazał, że zderzenie fotonu z elektronem zachodzi na podobnych zasadach jak zderzenie dwu kul bilardowych. A więc wielki Newton miał rację – światło to wibrujące cząstki materii. Fotony to ściśle zlokalizowane w przestrzeni obiekty, których energia kinetyczna (energia ruchu) równa jest iloczynowi stałej Plancka i częstości – w przypadku zwykłych cząstek, elektronów czy protonów, energia kinetyczna wyraża się poprzez iloczyn masy cząstki i kwadratu prędkości.

Falowo-korpuskularny dylemat. Wydawałoby się, że w świetle wyżej przedstawionych faktów nie powinno być wątpliwości, że światło to rój cząstek. A jednak ! Sformułowana przez Huygensa, a stojąca w ewidentnej sprzeczności z pojęciem fotonu, falowa interpretacja światła funkcjonuje dziś na równych prawach z teorią korpuskularną ! Falowy formalizm stanowi podstawę interpretacji prążkowanych obrazów, jakie się obserwuje na powłoce bańki mydlanej, przy przechodzeniu światła przez wąskie szczeliny czy widoczne na granicy cienia, jak i te, które się fotografuje w specjalnie skonstruowanym urządzeniu zwanym interferometrem. To właśnie takie łudząco podobnych do migawkowych zdjęć powierzchni falującej wody obrazy, patrz zdjęcie na poprzedniej stronie, narzuciły Huygensowi myśl o falowej naturze światła. Aczkolwiek już Newton pokazał, że znaczną część wyżej wymienionych zjawisk można opisać w ramach korpuskularnej teorii światła, a współczesna technika eksperymentalna ujawniła, że prążkowane obrazy powstają punkt po punkcie pogląd zaszczepiony przez Huygensa o falowej naturze światła głęboko tkwi w świadomości znakomitej większości fizyków.

Z chwilą, kiedy podobne prążkowane obrazy uzyskano przeprowadzając analogiczne eksperymenty z elektronami, co, do których nikt nie miał wątpliwości, że to cząstki, a de Broglie pokazał, że obrazy te można objaśnić stosując falową formułę Bragga fizycy znaleźli się w ślepym zaułku. Przecież elektron, tak jak i foton, nie może być jednocześnie i cząstką i falą !

I tak to narodził się falowo-korpuskularny dylemat, który frustruje fizyków do dzisiaj. Wiedzą o tym wszyscy Ci, którzy chodzili do szkoły średniej o profilu matematyczno-fizycznym i słuchając lekcji o istnieniu "falowo-korpuskularnego dualizmu" próbowali zrozumieć sens tego określenia szybko dochodzili do mocno filozoficznego wniosku

Wiem, że nic nie wiem.

No, bo istotnie, co może wyjaśnić dykteryjka o monecie, którą przywołują na pomoc zrozpaczeni nauczyciele, kiedy chcą wyjaśnić, czym jest elektron. Co tu wyjaśnia powtarzanie, że moneta upadając na stół ukazuje nam raz jedno swoje oblicze a raz drugie ? A falowo-korpuskularnego dylematu by nie było gdyby fizycy nie zasugerowali się zbytnio falowymi obrazkami na ekranie i zamiast nazwy fale świetlne czy fale materii, operowali pojęciem częstości drgań. Wówczas w formule Bragga figurowałaby nie długość fali a częstość – co z formalnego punktu widzenia niczego by nie zmieniło, ale usunęłoby sprzeczność fala-cząstka, która legła u podstaw rezygnacji ze ścisłych pojęć fizyki klasycznej.

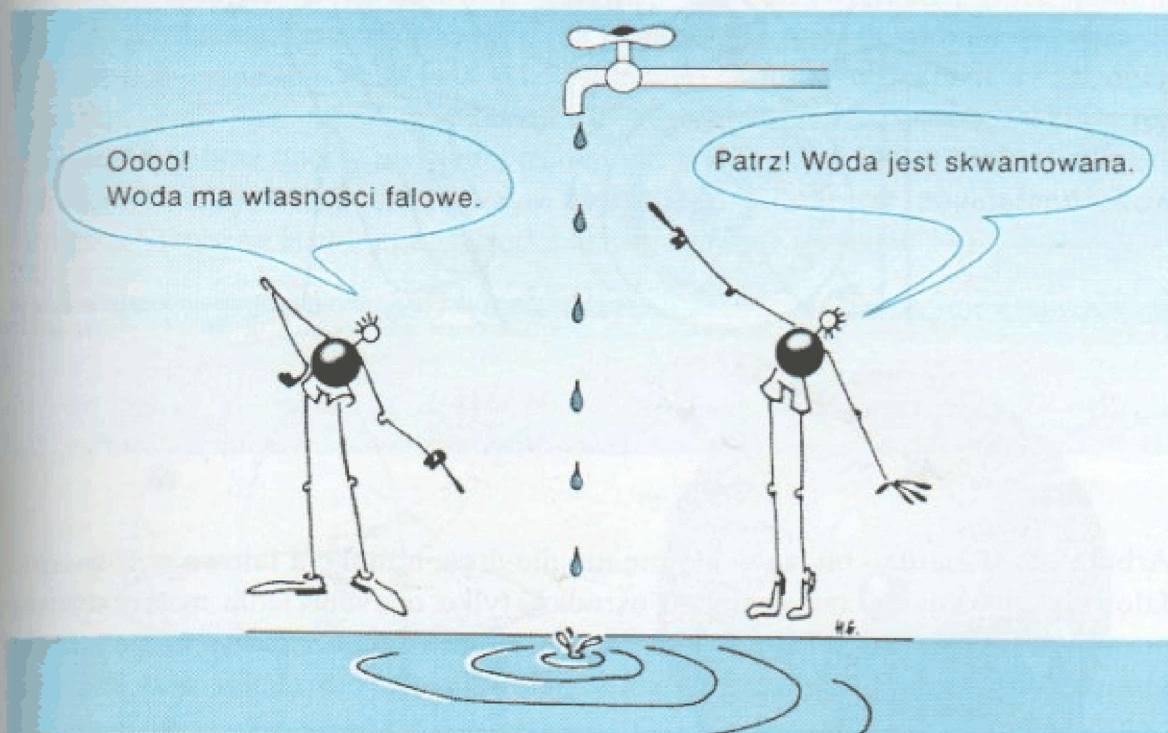
$$\lambda = 2d \sin\theta$$

falowa formuła Bragga

$$\nu = \frac{c}{2d \sin\theta}$$

korpuskularny ekwiwalent formuły Bragga

Rozsądek w odwrocie. Mechanika kwantowa. Ale falowo-korpuskularny dylemat nie był jedynym powodem frustracji fizyków w początkach XX-ego wieku. Inny powód to fakt, że z rozgrzanego ciała energia uchodzi ściśle określonymi porcjami lub używając terminologii łacińskiej – kwantami (łacińskie quantum to porcja). Stąd wzięło się określenie, że energia jest skwantowana. Zaczęto się zastanawiać, dlaczego energia jest ziarnista skoro we wszelkich zjawiskach makroskopowych zawsze ma charakter ciągły.



Rys.16. Fakt, że energia "wyciekająca" z atomu ma postać fotonów o ściśle określonej energii fizycy przyjęli z wielkim zdziwieniem – a nie potrafiąc sformułować równań opisujących tworzenie się "świetlnych kropel" uznali, że problem z natury rzeczy jest niewyjaśniony i puścili wodze fantazji – i tak narodziła się mechanika kwantowa.

Drugim faktem, który mocno zdziwił fizyków było odkrycie Bohra, który powiązał prążki obserwowane w widmie rozszczepionego światła z ruchem elektronu w atomie. Pokazał on, że promieniowanie liniowe atomu opisywane formułą Balmera można powiązać z przemieszczaniem się elektronu pomiędzy orbitami o ściśle określonych energiach.

Fakt istnienia wyróżnionych orbit stał się podstawą do sformułowania wniosku, że na poziomie świata atomowego energia jako taka jest ziarnista i do opisu zjawisk atomowych nie można stosować reguł fizyki Newtona, gdzie energia może przyjmować dowolne wartości. Frustracja fizyków sięgnęła szczytu, kiedy stwierdzono, że według teorii Maxwella elektron krążący wokół jądra powinien promieniować i w końcu na nie spaść – a ten, wbrew teorii, krążył i na jądro nie spadał. W tym momencie nie bacząc na to, że teoria Maxwella została sformułowana na bazie eksperymentów makroskopowych i nikt nie pokazał, że można ją również stosować do opisu zjawisk mikroświata (w tym również do opisu tworzenia się fotonu), podjęto zaskakującą decyzję:

Zamiast zakwestionować stosowalność na poziomie atomu teorii Maxwella zakwestionowano stosowalność dynamiki Newtona – innymi słowy murzyn zawinił cygana powiesili!

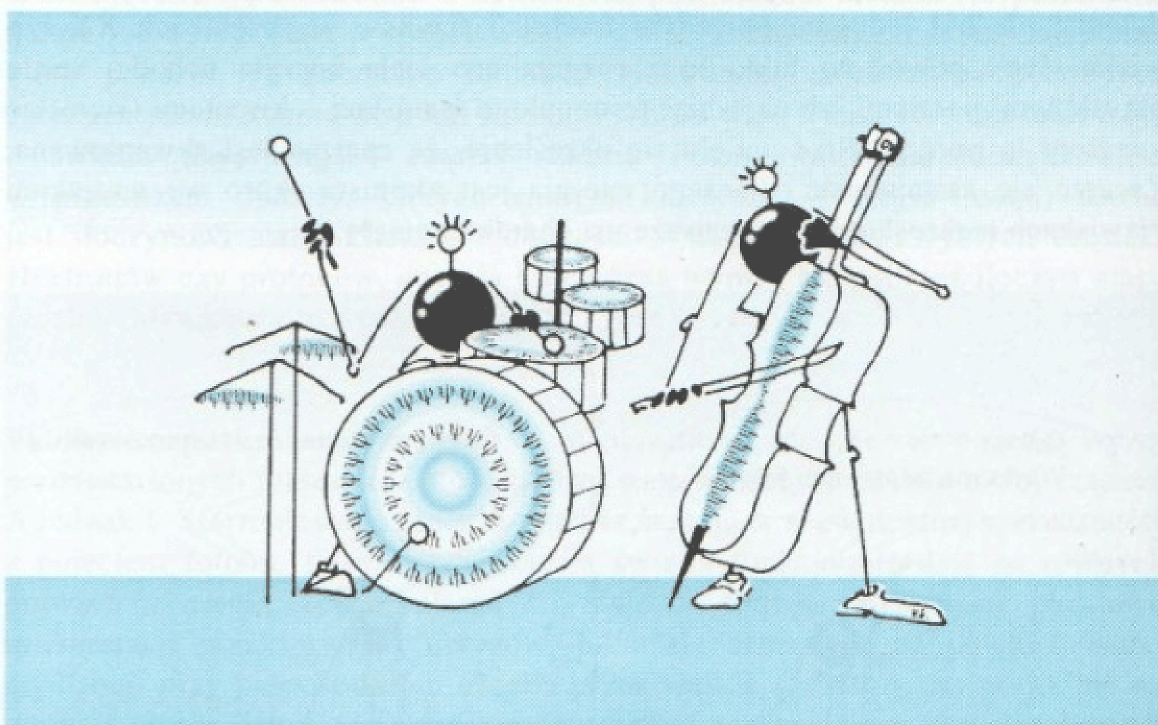
Wydawało się, że propozycja, z jaką wystąpił Schrödinger (1887-1961), aby rozważania o atomie prowadzić na bazie równania falowego, jakie stosuje się do opisu drgającej struny czy drgającej membrany bębna, pozwoli znaleźć wyjście z sytuacji. Niestety fizycy nie mogli uzgodnić, co właściwie ma drgać. I tu na scenę wkroczył Max Born (1882-1970).

równanie falowe drgającej struny:

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} = \left(g(x) - k\right)\psi$$

równanie mechaniki kwantowej:

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} = \frac{h}{2m}\left(U(x) - E\right)\psi$$



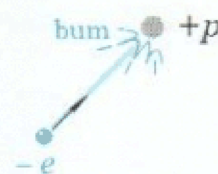
Rys.17. Tak jak równanie Newtona opisujące ruch cząstek stanowi podstawę fizyki klasycznej, tak równanie falowe opisujące drgania w ośrodku ciągłym, na przykład drgania struny kontrabasu czy membrany bębna, uznano za podstawę opisu atomu – szkopuł polega na tym, że fizycy do dzisiaj nie mogą uzgodnić, co w atomie ma drgać.

Arbitralnie stwierdził on, że w atomie nic nie drga, a funkcja falowa w równaniu falowym nie dotyczy materialnego ośrodka, tylko odzwierciedla matematyczne prawdopodobieństwo położenia elektronu w atomie. Nie bacząc na to, że na taką interpretację funkcji falowej równania Schrödingera nie chciał przystać sam Schrödinger,

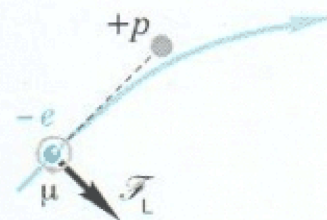
Born gwałcąc jedną z fundamentalnych zasad fizyki, jaką jest zasada zachowania energii sformułował zespół reguł manipulowania równaniem Schrödingera pozwalający stwarzać pozory wyjaśnienia zjawiska.

I na tej to podstawie zaczęto formułować matematyczny formalizm całkowicie oderwany od fizycznej rzeczywistości zwany mechaniką kwantową.

Błąd Bohra ujawniony po latach. Spoglądając wstecz na sytuację w fizyce w latach dwudziestych minionego stulecia, kiedy formowała się idea mechaniki kwantowej należy zwrócić uwagę na pewien fakt, ujawniony już po ugruntowaniu się nowego kursu w fizyce. Fakt ten, to błąd popełniony przez Bohra a ugruntowany przez Sommerfelda w rozważaniach dotyczących ruchu elektronu w stanie podstawowym. Formalnie Bohr miał dwie możliwości: ruch po kole i ruch po promieniu. Pomiary spektroskopowe ewidentnie wskazywały na ruch po promieniu. Pomimo tego Bohr wybrał wariant kołowy, a wybrał go obawiając się anihilacji promieniście poruszającego się ujemnie naładowanego elektronu z dodatnio naładowanym jądrem. I to był fatalny krok. Błędne rozwiązanie przyjęte dla atomu wodoru całkowicie zablokowało jakikolwiek postęp, tak w skonstruowaniu sensownego modelu atomu wielo-elektronowego, jak i w rozważaniach nad modelem wiązania chemicznego. A przecież, kilka lat później, kiedy Goudsmit i Uhlenbeck (1928) odkryli, że elektron ma własności namagnesowanego bąka obawa anihilacji traci rację bytu, jako że z uwagi na własne pole magnetyczne elektron dotrzeć do jądra nie może. Ale niestety, pomimo, że usunięto obawę anihilacji nikt do sprawy kształtu elektronowej orbity już nie powrócił. Błędny krok Bohra został odkryty dopiero w 1965 roku na gruncie fizyki zderzeń atomowych, o czym pisałem na łamach Physical Review Letters w 1965 roku. Można domniemywać, że gdyby Bohr przyjął za podstawę dalszych rozważań radialną trajektorię swobodnego spadku to losy fizyki teoretycznej potoczyłyby się całkiem inaczej. W oparciu o trajektorię swobodnego spadku można by było zadawalająco rozwiązać szereg problemów fizyki atomowej i w tej sytuacji być może nie zdecydowano by się na karkołomną decyzję odejścia od elementarnych zasad logiki.

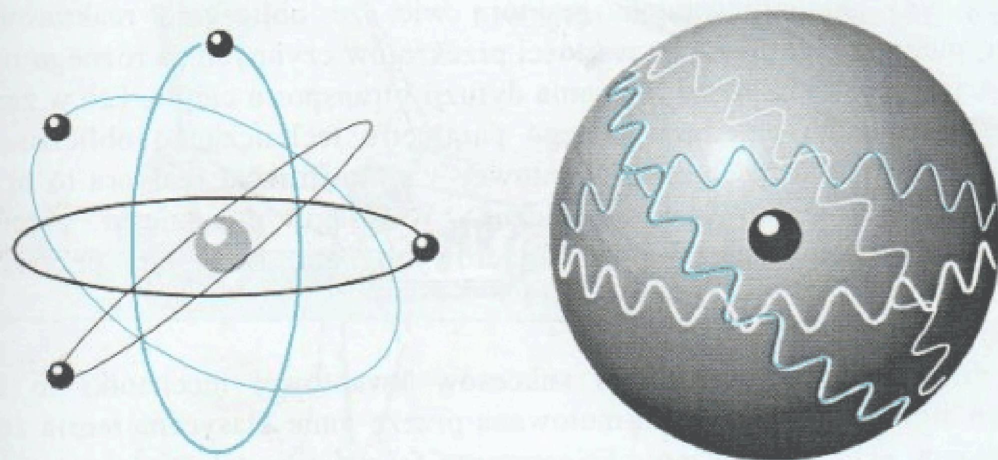


swobodny spadek "gołego" elektronu



swobodny spadek elektronu ze spinem

Sukcesy mechaniki kwantowej – pozory a rzeczywistość. Dziś, pomimo przeprowadzenie ścisłego dowodu na to, że elektron w atomie porusza się zgodnie z zasadami newtonowskiej dynamiki wzdłuż trajektorii swobodnego spadku, jeśli się mówi popularnie o atomie, przedstawia się wciąż jego bałamutny obraz oparty na błędnym modelu Bohra – tak jak to można zobaczyć w ilustrowanej wersji światowego bestsellera, jakim jest popularnonaukowa książka Stephena Hawkinga: "Krótka historia czasu" (rysunek 19).



Rys.18. Obrazki często pokazywane w popularno-naukowych wydawnictwach, czy nawet w podręcznikach akademickich, które mają coś wyjaśniać, a niczego nie wyjaśniając, wprowadzają w błąd. Na lewo, skonstruowany niezgodnie z zasadami klasycznej dynamiki, niby to, klasyczny model atomu i niby to, "prawidłowy" kwantowy obraz atomu, na prawo. Razem pseudo-naukowe ble, ble, bla, bla. A, przecież, od wielu już lat istnieje, skonstruowany zgodnie z zasadami klasycznej dynamiki, poprawny model atomu wielo-elektronowego (Phys.Rev.Lett.**36A**, 180, 1965, J.Chem.Phys.**62**, 2610, 1975, Phys.Lett.1972) – niedoinformowanie, czy chowanie głowy w piasek ?

A więc, na zasadzie ignorowania faktów wciąż funkcjonuje teoria, której nikt nigdy nie rozumiał i dalej nie rozumie i to włącznie z laureatami Nobla z fizyki. Twierdzi się przy tym, że teoria ta jest w doskonałej zgodności ze wszelkimi pomiarami i wręcz doskonale opisuje wszystkie znane zjawiska mikro-świata, że to ona umożliwiła skonstruowanie reaktora atomowego, lasera czy wielu innych cudów techniki. Autorytety głoszą, że jest to wręcz doskonały opis mikroskopowej rzeczywistości i nie ma dla niego żadnej alternatywy. Jak szeroko jest rozpowszechniony pogląd o doskonałości sformułowanej w sprzeczności ze zdrowym rozsądkiem kwantowej teorii zacytujmy sformułowania jakie na każdym miejscu spotyka się w podręcznikach akademickich czy w popularno naukowej literaturze. I tak na przykład, zaczyna się tom "Mechanika Kwantowa", w monumentalnym wydaniu Feynmanowski kurs fizyki: ***"Od momentu największego tryumfu fizyki dwudziestego wieku jakim były narodziny mechaniki kwantowej ..."*** A takie sformułowanie można znaleźć w przytaczanym już bestsellerze "Krótka historia czasu": ***"Obecnie naukowcy opisują wszechświat za pomocą dwóch podstawowych teorii cząstkowych – ogólnej teorii względności i mechaniki kwantowej. Obie stanowią olbrzymie osiągnięcia intelektualne pierwszej połowy obecnego stulecia"***

Czy można poddawać w wątpliwość to co podały powszechnie uznane autorytety, takie jak Richard Feynman czy Stephen Hawking ? Wydawałoby się, że nie. A jednak !

WIELKI BLUFF MECHANIKI KWANTOWEJ

I tu, już na wstępie, nasuwa się naiwne pytanie: jak to może być, że absurdalna teoria, jak ją określił Richard Feynman, może dobrze opisywać precyzyjnie funkcjonującą Naturę ? Aby wyrobić sobie swój własny pogląd na to naiwne pytanie potrzeba mi było kilku dziesiątków lat. Dziś z pełną odpowiedzialnością mogę powiedzieć: ***mijają się z prawdą wszyscy Ci, którzy twierdzą, że kwantowa teoria jest w idealnej zgodności z obserwacjami. Wiem również i to, że ogromny postęp w technice zawdzięczamy fizyce eksperymentalnej, a nie mechanice kwantowej, jako że ta z definicji nie zajmowała się przyczynowo-skutkowym wyjaśnianiem obserwowanych zjawisk.*** Zasługi mechaniki kwantowej w rozwoju techniki atomowej to mit ! Mit ten stworzono nadając kwantowe opakowanie eksperymentalnym odkryciom. W wielu przypadkach głoszono jawną nieprawdę. I tak na przykład, nieprawdą jest, że mechanika kwantowa umożliwiła skonstruowanie reaktora atomowego. Ten, kto miał okazję czytać, co nieco, o pracach nad skonstruowaniem reaktora wie, że obliczenie reaktorowe, to eksperymentalnie pomierzone wartości przekrojów czynnych na różnego rodzaju reakcje jądrowe i klasyczne równania dyfuzji i transportu ciepła. I to w zasadzie wszystko. Nie ma tam, ani jednego parametru technicznego obliczonego w oparciu o równania mechaniki kwantowej – a konstrukcja reaktora to przecież przedsięwzięcie całkowicie techniczne. W ciągu dwudziestu pięciu lat prowadzenia eksperymentów termojądrowych, ani razu nie przyszło mi korzystać z pomocy kwantowej teorii !

Inny przykład pozornych sukcesów kwantowej mechaniki to fizyka zderzeń atomowych, gdzie sformułowana przeze mnie klasyczna teoria zderzeń atomowych, ukazała sztuczność kwantowego formalizmu zależności stworzonego przez Borna. Tu należy powiedzieć, że kwantowa teoria doprowadziła do z gruntu błędnego opisu tak zwanego zjawiska Ramsaura czy sił Van Der Waalsa, o czym pisałem na łamach takich czasopism jak Physical Review Letters czy Journal of Chemical Physics, a czego "kwantowi" teoretycy nie chcą przyjąć do wiadomości i studentom wciąż podaje się nieprawdziwe informacje. Przykładów, świadomego ignorowania niewygodnych faktów można by podać całe multum.

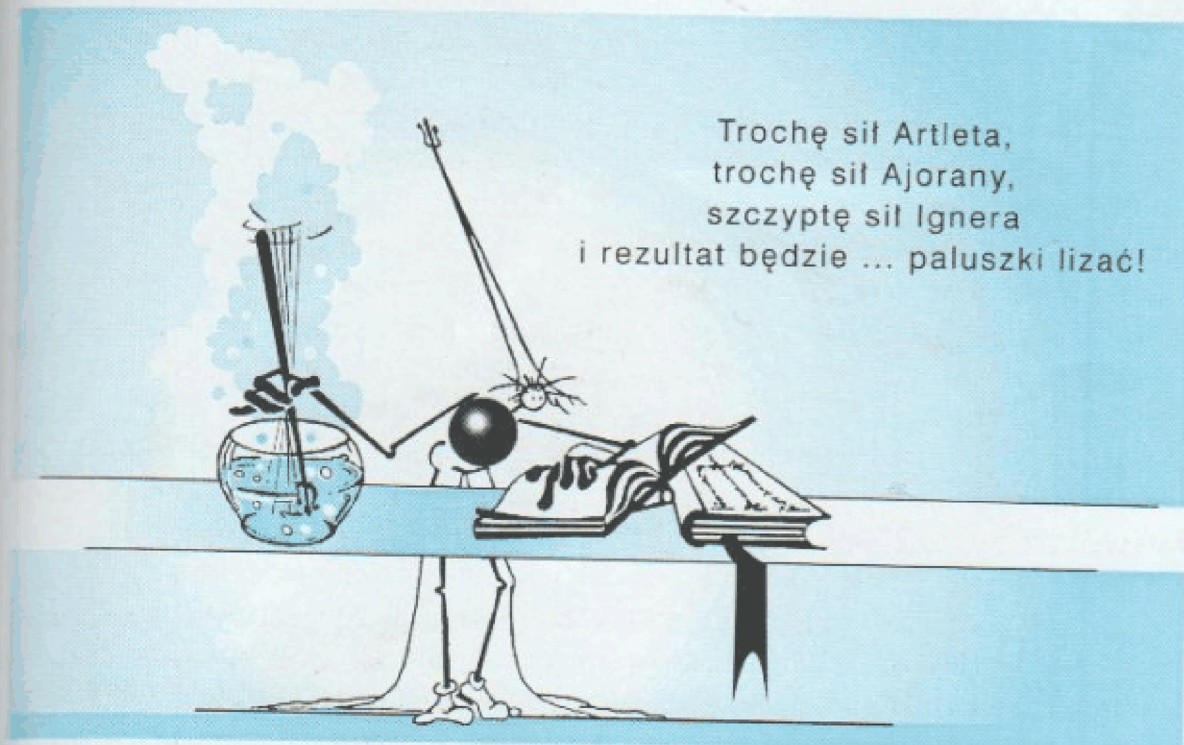
Kwantowa wieża Babel. Dowodem na to, że mechanika kwantowa to całkiem sztuczny twór nie odzwierciedlający fizycznej rzeczywistości świadczy fakt, że jej struktura formalna nie ma ściśle określonych reguł, co prowadzi do zupełnej swobody w formułowaniu kwantowych postulatów. W rezultacie cząstkowe problemy fizyki tłumaczone są w oderwaniu jeden od drugiego, a fizycy działający w jednym obszarze fizyki nie mogą się porozumieć z fizykami działającymi w innym nawet niezbyt odległym obszarze fizyki.

Aby uprzytomnić czytelnikowi skalę wieży Babel Mechaniki Kwantowej, oddajmy na chwilę głos J.Horganowi, autorowi książki "Koniec Nauki", który przez wiele lat popularyzując fizykę na łamach Scientific American miał okazję rozmawiać prawie ze wszystkimi najbardziej uznanymi autorytetami fizyki. Pisze on: "*Przyszłość fizyki objawiła mi się w 1992 roku, gdy brałem udział w sympozjum na Uniwersytecie Columbia, gdzie filozofowie i fizycy dyskutowali o sensie mechaniki kwantowej. Sympozjum wykazało, że ponad 60 lat po odkryciu mechaniki kwantowej jej sens, mówiąc delikatnie, pozostał nieuchwytny. W wykładach można było usłyszeć echa "tego czegoś z bitu" Wheelera, hipotezy Bohma o fali pilotującej, modelu wielu światów, ulubionego przez Weinberga i innych. Pozostało jednak ogólne wrażenie, że*

każdy mówca doszedł do prywatnego zrozumienia mechaniki kwantowej, ubranego w maniakalny język;

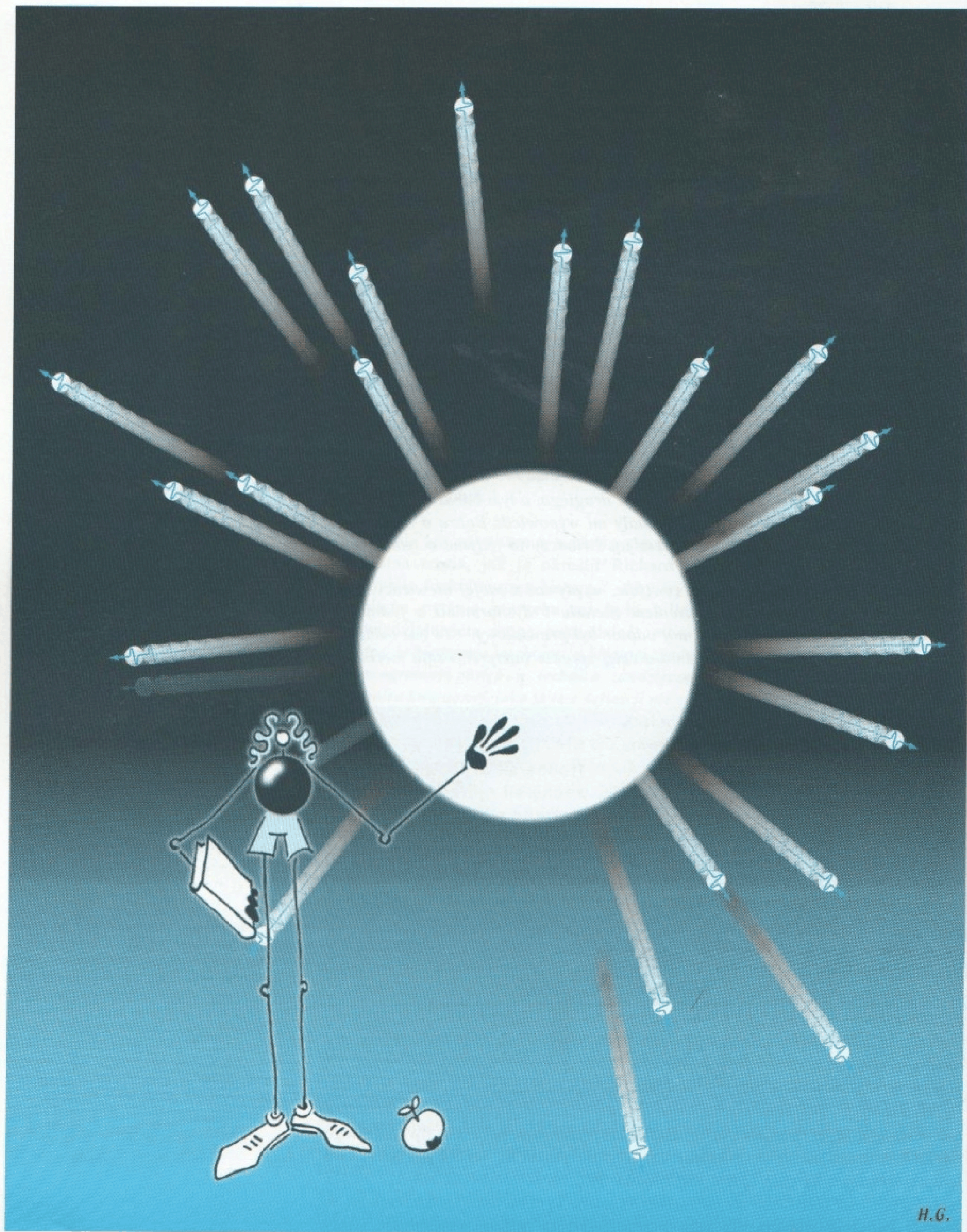
wydawało się, że nie ma nikogo, kto rozumie drugiego, a tym bardziej zgadza się z kimkolwiek innym. Te spory przypominały mi wypowiedź Bohra o mechanice kwantowej: "Jeżeli sądzisz, że rozumiesz ją, świadczy to jedynie o tym, że nie znasz jej podstaw".

Ten pozorny nieład mógł, oczywiście, wypływać z mojej niewiedzy. Gdy jednak podzieliłem się moim wrażeniem nieładu i dysharmonii z jednym z uczestników, ten upewnił mnie, że mój odbiór był prawidłowy. ***"To jest bałagan" – powiedział o konferencji (a pośrednio o całej sprawie interpretowania mechaniki kwantowej).***



Rys.19. Mechanika kwantowa jest to teoria zbudowana na bazie hipotezy, że cały świat atomu jest podporządkowany równaniu falowemu, jakie jest stosowane do opisu drgań strun skrzypiec, czy drgań membrany zwykłego bębna. W odniesieniu do atomu fizycy nie mogą do dziś jednoznacznie określić, co ma tam właściwie drgać. W rezultacie teoria kwantowa ma w sobie coś z magii – wymyślając najprzeróżniejsze receptury obliczeniowe, nic nie mówi o tym, jak przebiegają zjawiska.

Trudno mieć wątpliwość, że fizyka teoretyczna w początku dwudziestego wieku wpadła w pułapkę, z której do dziś nie może się wydobyć. Nie łatwo jednak wykazać, że cała teoria jest błędna. No, bo ***jak atakować teorię z pozycji logiki, jeżeli brak logiki stanowi fundament tej teorii.*** Tym niemniej postaramy się to zrobić. Punktem wyjścia dla tego przedsięwzięcia będzie wyjaśnienie istoty falowo-korpuskularnego dylematu, który legł u podstaw całej sprawy.



Mechanika kwantowa odżegnując się od poszukiwania przyczyn uginania się światła w obszarze krawędzi, zahamowała postęp w badaniach jego struktury na wiele dziesiątków lat.

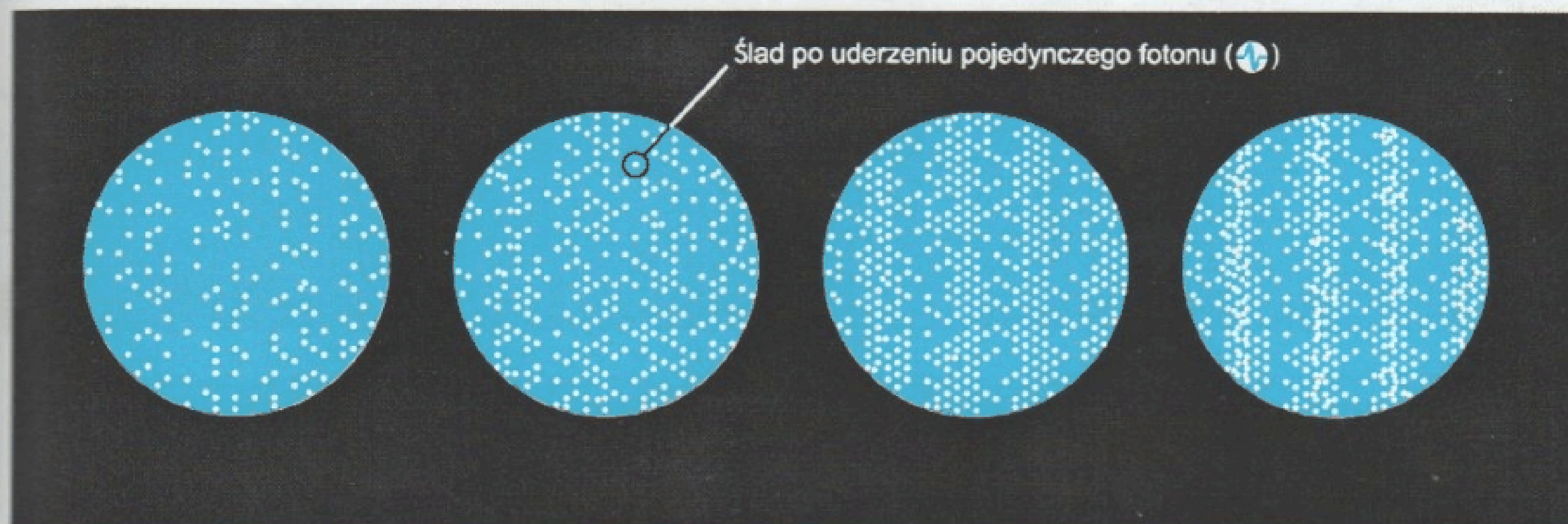
§5. DYNAMIKA DYFRAKCJI. A JEDNAK NEWTON MIAŁ RACJĘ !

De Broglie, którego formuła dała początek słynnemu pojęciu fal materii, stał uparcie na stanowisku, że elektron to nie żadna fala, ale dobrze zlokalizowany obiekt, poruszający się w przestrzeni po dobrze określonej trajektorii, z którym związane jest jakieś pole falowe. Uparcie poszukiwał tego pola, ale niestety, nie udało mu się, ani tego pola zidentyfikować, ani pokazać, w jaki sposób takie pole może prowadzić do powstania na kliszy fotograficznej falowych obrazów. Obecnie postaramy się pokazać, na jakiej drodze oscylacyjne pole mikroskopowego obiektu, jakim jest elektron czy też foton, może się uwidaczniać w postaci pasiastych obrazów na ekranie.

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

formuła de Broglie'a

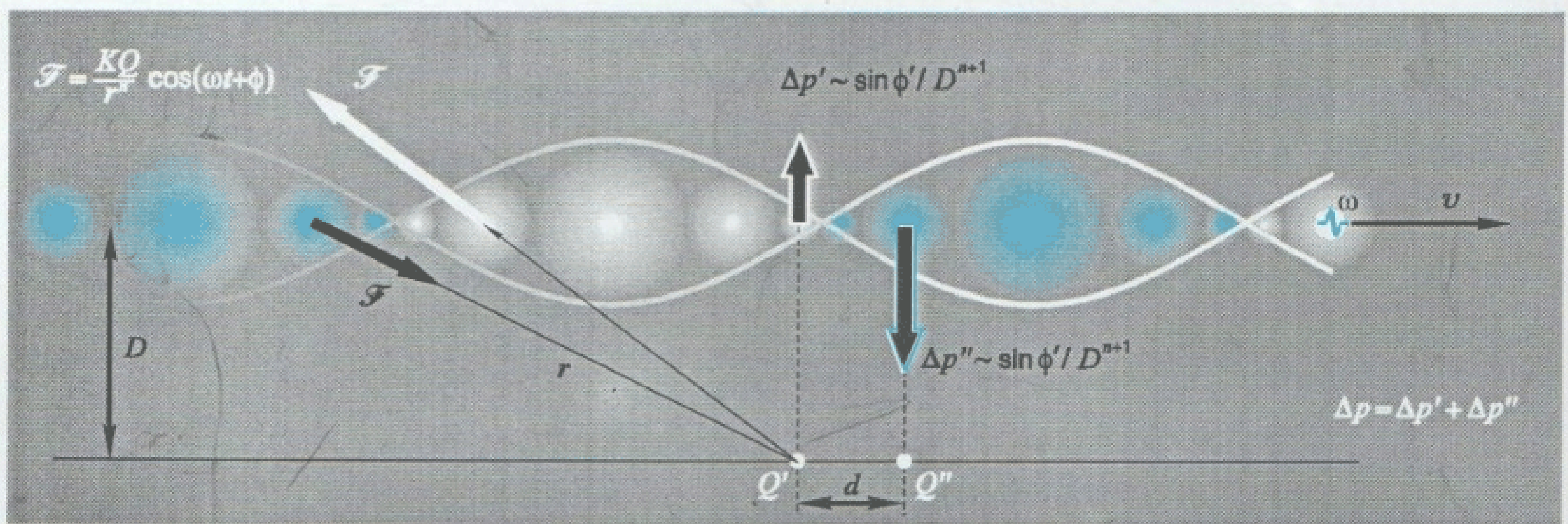
Gdzie tkwił błąd ? Fizycy poszukując przyczyn powstawania pasiastych obrazów na ekranie jakby zapomnieli o tej oczywistej prawdzie, że *każda fala to oscylacje, ale nie każda oscylacja to fala.* A tu właśnie należało dopatrywać się możliwości rozwiązania falowo-korpuskularnego dylematu. Współczesna technika eksperymentalna nie pozostawia przecież cienia wątpliwości, że prążkowane obrazy, tak w przypadku światła jak i elektronów, powstają z pojedynczych punktów i o żadnym sumowaniu amplitud fal nie może być mowy.



Rys.20. Błona fotograficzna obserwowana przy dużym powiększeniu pokazuje, jak w miarę wzrostu czasu ekspozycji z pozornie chaotycznie usytuowanych punktów wyłania się obraz fali. Poszczególne punkty to miejsca, w które uderzyły cząstki światła – fotony. Dlaczego fizycy zahipnotyzowani sformułowaną przed trzystu laty falową ideą Huygensa, nie chcą, wbrew wszelkim faktom, przyjąć za podstawę swoich dociekań genialnej idei Newtona o korpuskularnej naturze światła ? Dlaczego, zamiast poszukiwać przyczyn takiego, a nie innego charakteru rozpraszania fotonów w obszarze szczeliny, co niewątpliwie zrobiłby Newton, ograniczyli się do formalnej ekwilibrystyki, jaką jest kwantowa elektrodynamika ?

Trudno zrozumieć, dlaczego współcześni fizycy ignorują ten fakt i wciąż opierają się na falowej interpretacji Huygensa – do której sam Huygens był nastawiony sceptycznie. Dlaczego nie poszukują przyczyn powstawania pasiastych obrazów tam, gdzie poszukiwałby ich Newton ? A więc tam, gdzie promień świetlny zmienia swój kierunek – to znaczy przy przekraczaniu powierzchni szkła, czy w obszarze szczeliny. A przecież szczelina, to coś więcej niż kreska na papierze określająca reguły matematycznych operacji. Szczelina, to zburzona równowaga ładunków elektrycznych w jednorodnej materii, a więc źródło pola elektromagnetycznego i to pole musi mieć jakiś wpływ na lot mającego swoje własne pole elektromagnetyczne fotonu. Postaramy się pokazać, że to *oddziaływanie pomiędzy rozłożonymi w przestrzeni ładunkami elektrycznymi i oscylacyjnym polem elektrycznym biegu fotonu jest odpowiedzialne za powstawanie pasiastych obrazów na ekranie.* A nie potrzebna jest do tego wielka matematyka. Ba, istotę sprawy można wręcz wyjaśnić słowami.

Rozpraszanie na małe kąty pod wpływem oscylacyjnej siły. Dyfrakcyjne obrazy światła uginającego się na krawędziach obserwowane przez Newtona, czy te obserwowane dziś za pomocą współczesnej techniki laserowej, obejmuje kąty w zakresie niewielkich jedynie części stopnia. Ta niewielka zmiana kierunku promienia świetlnego w eksperymentach dyfrakcyjnych to ogromne ułatwienie teoretycznej analizy problemu. W takim przypadku *o zmianie kierunku decyduje średnia wartość składowej prostopadłej siły oddziaływania pomiędzy rozpraszaną cząstką (fotonem) a rozpraszającym polem.* O kącie rozproszenia decyduje całkowity przyrost pędu (prędkości) w kierunku prostopadłym do pierwotnego kierunku ruchu. Tą składową pędu, odzwierciedlającą uśrednione oddziaływanie cząstki z rozpraszającym centrum, fizycy obliczają w elementarny sposób. Dla nas ważna jest tylko informacja, że *zmiana kierunku pędzącej cząstki w przypadku zmiennego pola elektrycznego, określona jest wartością tego pola w momencie mijania rozpraszającego centrum,* patrz rysunek 21.



Rys.21. Obraz pulsującego pola biegnącej cząstki w różnych chwilach czasowych. Odcinek drogi, na którym pole cząstki powraca okresowo do swojej pierwotnej wartości – to znaczy odcinek λ pokonywany w ciągu jednego okresu drgań pola cząstki będziemy nazywać, nawiązując do ruchu falowego, pseudo-falą.

Jeżeli na drodze tej samej cząstki znajdzie się drugie centrum rozpraszające, to *wypadkowa zmiana kierunku lotu będzie w pierwszym przybliżeniu zwykłą sumą zmian kierunku lotu pochodzącą od pierwszego centrum i od drugiego centrum.* Suma ta, jeżeli tor cząstki jest równo oddalony od obu centrów, tak jak to jest pokazane na rysunku 21, jest jednoznacznie określona poprzez różnicę wartości pola cząstki w momencie mijania pierwszego centrum i drugiego centrum. Różnica ta zależy od czasu przelotu pomiędzy centrami: $t_{12} = d / v$ i od częstości oscylacji pola ν. Tak, więc kąt ugięcia ϑ będzie określony zależnością:

$$\operatorname{tg}\vartheta \simeq \frac{\Delta p}{p} \simeq \operatorname{tg}\vartheta_0 \sin\Delta\phi ,$$

ϑ_0 to maksymalne odchylenie cząstki, a różnica kąta fazowego $\Delta\phi$ wynosi:

$$\Delta\phi = \phi'' - \phi' = 2\pi\frac{d\nu}{v} .$$

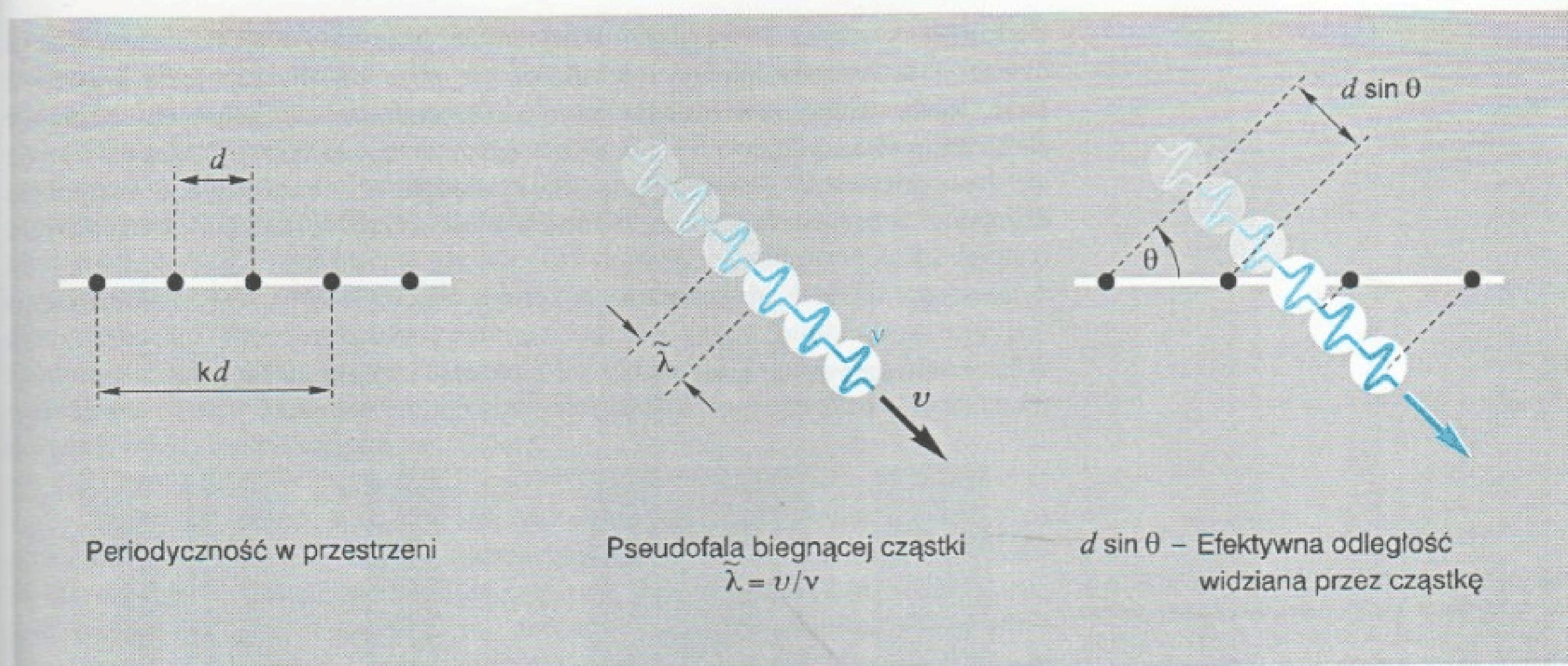
$$\operatorname{tg}\vartheta \sim \sin\left(2\pi\frac{d}{\lambda}\right)$$

Jeżeli argument sinusa będzie nieparzystą wielokrotnością $\frac{1}{2}\pi$, to odchylenie będzie zerowe. W tym jedynym przypadku *cząstka przebiegnie przez pole obu centrów praktycznie ich nie zauważając.* Ogólnie jednak rzecz biorąc będziemy mieli do czynienia z mniejszą lub większą zmianą kierunku ruchu.

Rozważmy teraz sytuację, kiedy tor cząstki przebiega dokładnie w środku pomiędzy centrami i przecina prostą łączącą oba centra pod kątem θ, tak jak to ma miejsce na rysunku 23. W tym przypadku czas przelotu określony momentem mijania pierwszego centrum i drugiego centrum będzie się zmieniać wraz z kątem θ. Tak, więc tym razem, to czy cząstka zmieni kierunek swego lotu, czy też nie, będzie zależeć od wartości kąta θ.

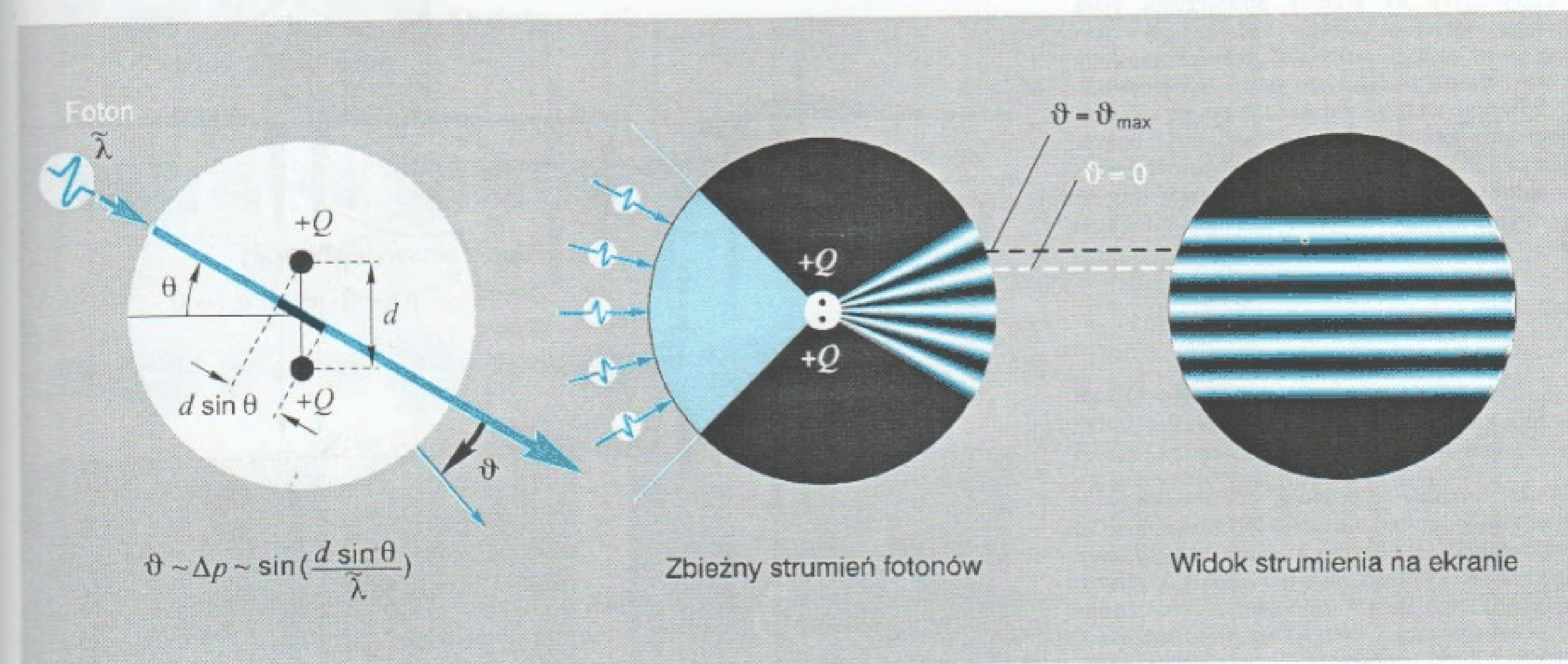
$$\Delta\phi(\theta) = \frac{d\sin\theta}{\tilde{\lambda}} ,$$

gdzie $\tilde{\lambda} = \frac{v}{\nu}$.



Rys.22. Periodyczny rozkład ładunków elektrycznych w przestrzeni (na lewo) i oscylujące pole elektryczne biegnącej cząstki (po środku) i efektywna odległość pomiędzy ładunkami widziana poprzez biegnącą cząstkę (na prawo). Kiedy długość pseudo-fali biegnącej cząstki staje się wielokrotnością efektywnej odległości mamy do czynienia z czasowo-przestrzennym rezonansem. Wówczas to cząstka w ogóle nie zauważa pola elektrycznego ładunków i przechodzi pomiędzy nimi bez odchylenia. Analogiczną sytuację będziemy mieli, kiedy cząstka taka porusza się w przestrzennej sieci kryształu. Z wnętrza kryształu mogą się wymknąć tylko te cząstki, które poruszają się w kierunku określonym regułą Braggów.

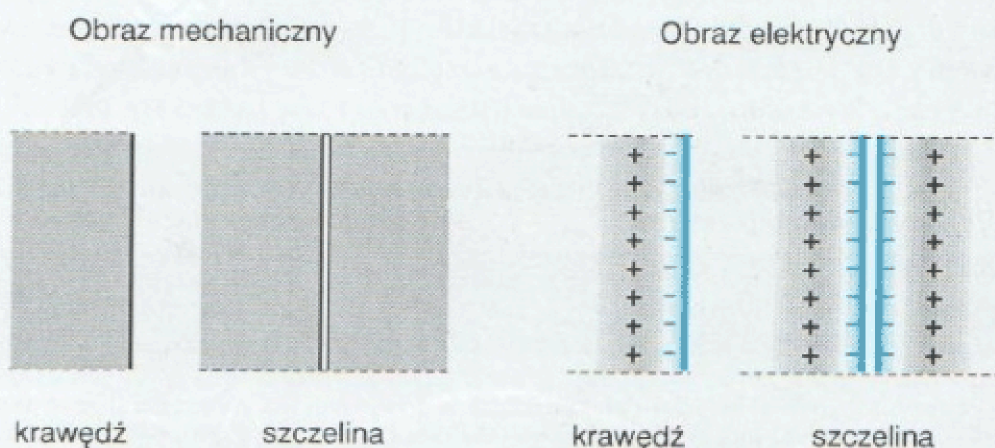
W zależności, więc od tego czy jest to kierunek, kiedy kąty rozproszenia się dodają, czy też kierunek, kiedy te kąty się odejmują, strumień cząstek będzie przechodził przez sieć bez rozpraszania, nie zauważając jej, bądź też będzie przez nią rozpraszany dając na ekranie cień. W przypadku zbieżnego, mającego postać klina strumienia cząstek, przebiegających dokładnie w środku pomiędzy dwoma liniowymi ładunkami elektrycznymi, tak jak to jest pokazane poniżej, jednorodny pierwotnie strumień zostanie zmodulowany zdając na ekranie pasiaste obrazy, takie, jakie otrzymujemy przepuszczając światło, czy też elektrony przez wąskie szczeliny.



Rys.23. Pokazane jest jak efekt czasowo-przestrzennego rezonansu prowadzi do pojawienia się periodycznych zmian w gęstości strumienia przechodzącego przez środek elektrycznego pierścienia. W ogólnym przypadku falowy obraz na ekranie jest określony strukturą przestrzenną obiektu prześwietlanego strumieniem cząstek (fotonów), ale istota powstawania falowych obrazów jest zawsze taka sama.

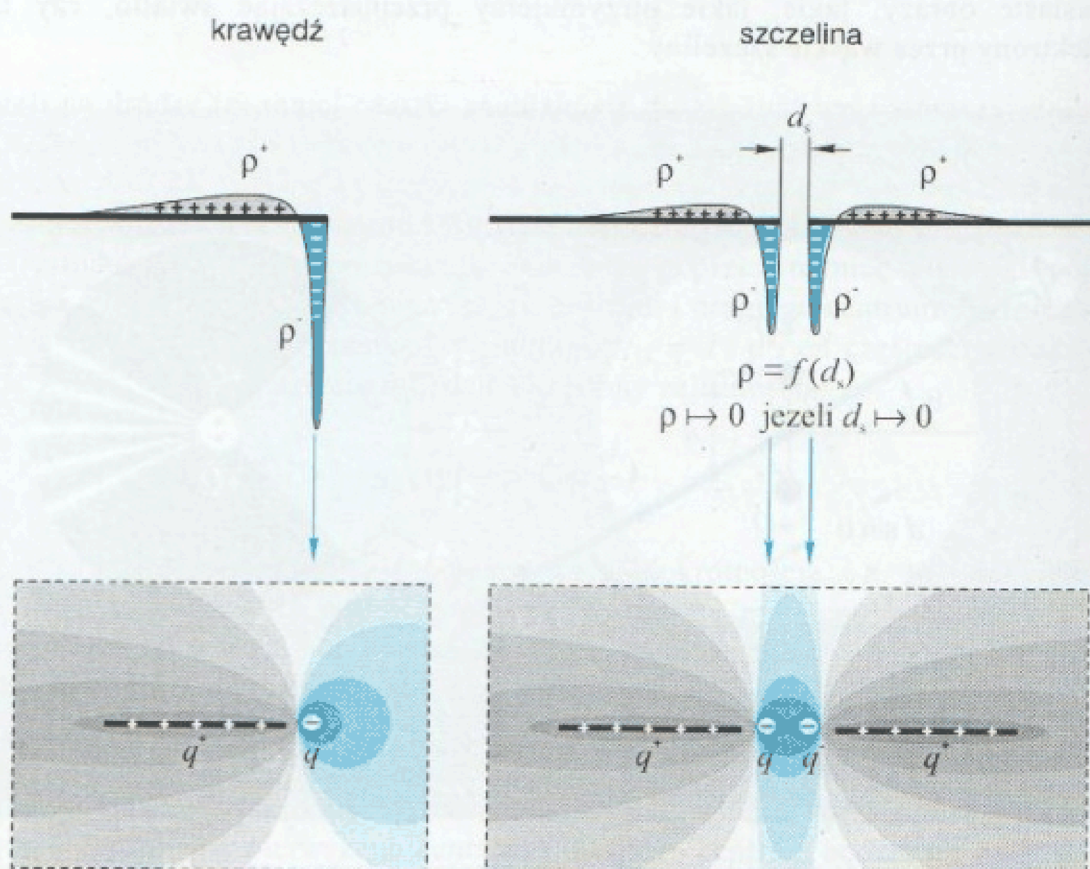
Elektryczny obraz krawędzi. Punktem wyjścia do wszelkich rozważań o dyfrakcji światła na krawędzi musi być fizyczna definicja pojęcia krawędzi. Dziś, kiedy wiemy, że ciało stałe to zbiór dodatnich i ujemnych ładunków elektrycznych znajdujących się w stanie dynamicznej równowagi sprawa wydaje się być oczywista. Powierzchnia ciała stałego to obszar, gdzie mamy do czynienia z rozwarstwieniem dodatnich i ujemnych ładunków elektrycznych, rysunek 25.

Rys. 24. Fakt, że fotony przechodząc w pobliżu krawędzi zmieniają kierunek swego lotu można w ramach pojęć klasycznej fizyki wyjaśnić tylko w jeden sposób – w pobliżu krawędzi musi istnieć lokalne pole elektryczne. Źródło tego pola to rozwarstwione w warstwie powierzchniowej materiału ładunki elektryczne.



Rys.25. Jakościowy obraz rozkładu ładunków elektrycznych na granicy powierzchni ciała stałego. Ilościowy obraz będzie oczywiście zależał od użytego materiału, grubości przesłony i w przypadku szczeliny od szerokości szczeliny. Oczywiście wraz ze zmniejszaniem się odstępu pomiędzy krawędziami rozwarstwienie będzie zanikać, aby w granicy osiągnąć wartość zero – w jednorodnym materiale mamy oczywiście do czynienia z jednorodnym rozkładem ładunków elektrycznych.

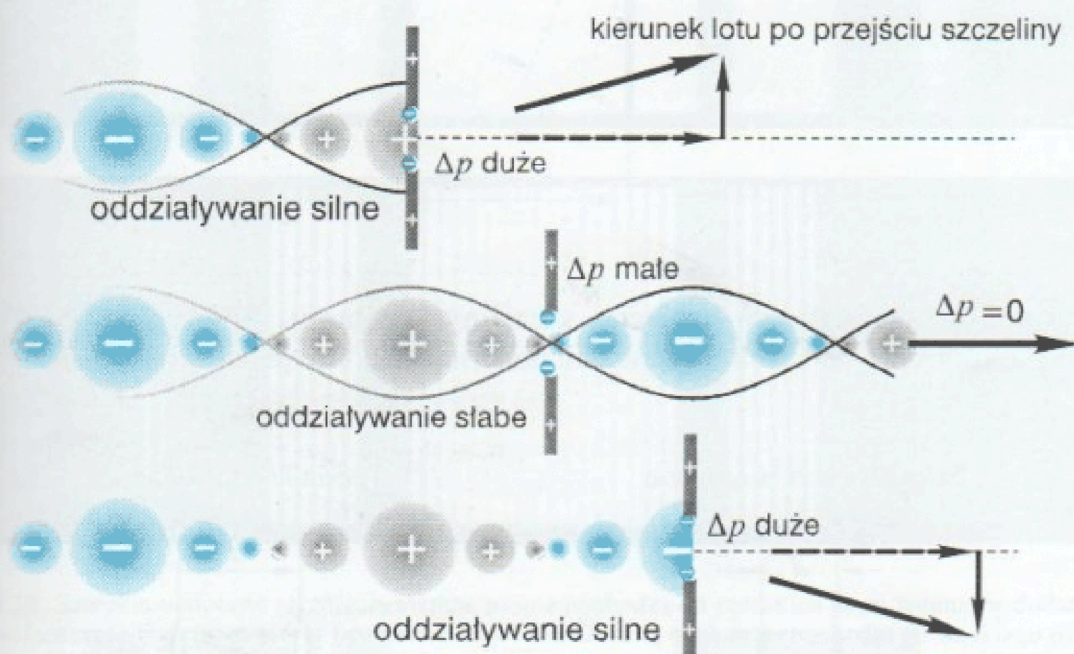
Zjawisko powierzchniowej separacji ładunków elektrycznych dobrze jest znane fizykom zajmującym się wyładowaniami elektrycznymi w gazie. Ci dobrze wiedzą, że na powierzchni zjonizowanego obłoku gazu tworzy się tak zwana warstwa podwójna, coś na podobieństwo kondensatora, gdzie na dwu płytach gromadzą się dodatnie i ujemne ładunki elektryczne. Biorąc za podstawę rozkład ładunków przestrzennych w warstwie podwójnej obserwowany w eksperymentach plazmowych można stworzyć obraz elektryczny szczeliny tak jak to pokazane jest na rysunku 26.



Rys.26. Przejście od realnego rozkładu ładunków w obszarze krawędzi do przybliżonego modelu obliczeniowego. Brzeg krawędzi to liniowy ładunek elektryczny jednego znaku a obszar przyległy to pasmo ładunku elektrycznego przeciwnego znaku. Oczywiście, ilość ładunków elektrycznych jednego znaku jest równa ilości ładunków znaku przeciwnego.

Szczelina jako monochromator fazowy fotonów. Fizykom przeprowadzającym eksperymenty ze światłem dobrze jest znany fakt, że wąska szczelina może być traktowana jako źródło, tak zwanego koherentnego światła. Innymi słowy pole elektryczne fotonów w momencie wychodzenia ze szczeliny ma taką samą wartość. Ten dobrze udokumentowany eksperymentalny fakt, stanowiący na gruncie teorii falowej podstawę interpretacji dyfrakcyjnych obrazów, w ramach tejże teorii żadnego wyjaśnienia nie ma. Tak zresztą, jak nie ma w teorii falowej wyjaśnienia, w jaki sposób światło ugina się na szczelinie. Bez jakiegokolwiek odniesienia do fizyki procesu postuluje się, że każdy punkt szczeliny jest źródłem sferycznej fali. Oba te założenia pojawiają się *deus ex machina*, będąc warunkiem *sine qua non* podjęcia jakichkolwiek rozważań formalnych dotyczących dyfrakcji światła.

Spójrzmy teraz na oba te założenia poprzez pryzmat tego, co powiedzieliśmy powyżej o polu oscylacyjnym fotonu i o separacji ładunków elektrycznych w obszarze szczeliny. W tym świetle, sam fakt rozpraszania jest oczywisty. Do równań ruchu fotonu, trzeba po prostu wprowadzić siłę elektromagnetycznego oddziaływania fotonu z ładunkami elektrycznymi szczeliny. Jeżeli szczelina jest dostatecznie wąska, ale nie za wąska oczywiście, bo wówczas zanika powierzchniowa separacja ładunków elektrycznych, to w obszarze szczeliny istnieje bardzo silne pole elektryczne, które będzie rozpraszać przechodzące przez nią fotony. ***Rozproszenie to jest określone wartością pola elektrycznego fotonu w momencie mijania szczeliny.*** Po linii prostej będą poruszać się dalej tylko te fotony, których pole elektryczne w obszarze szczeliny buło bliskie zera – w żargonie fizyków powiemy, kiedy kąt fazowy pola ϕ był bliski zera. W wydzielonej, wąskiej wiązce fotonów poruszających się w przód drgania pola elektrycznego u wszystkich fotonów będą miały taką samą fazę, określoną wartością kąta fazowego $\phi = 0$ w obszarze szczeliny. Jeżeli drgania pola w wiązce odbywają się z taką samą fazą mówimy, że wiązka jest koherentna.

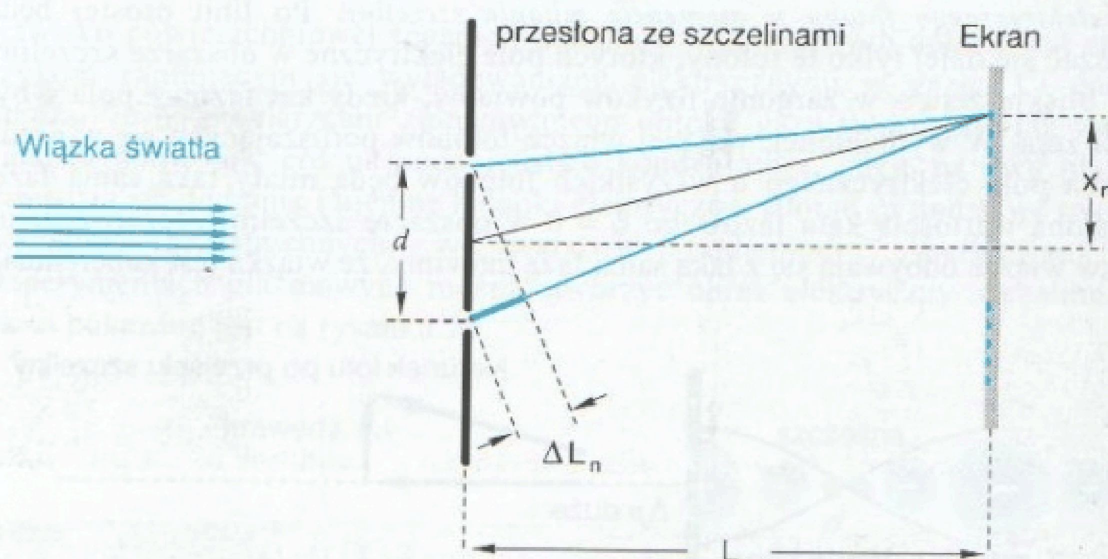


Rys.27. Szczelina jako identyfikator fazy. Przez szczelinę bez odchylenia przejdą tylko te fotony, których pole elektryczne w momencie mijania szczeliny było bliskie zera.

O tym, jaki będzie ostatecznie obraz wiązki na ekranie po przejściu przez szczelinę, zależy będzie z jednej strony od wielkości i geometrii pól rozpraszających w obszarze szczeliny, a z drugiej strony od tego, jak wygląda pole fotonu.

Niestety, stan wiedzy na dzień dzisiejszy jest taki, że ani o polu elektrycznym w obszarze krawędzi, ani o polu elektrycznym fotonu nic konkretnego powiedzieć nie możemy. Wszystkie dotychczasowe rozważania pozbawione były jakiejkolwiek dynamiki, sprowadzając się do formalnej analizy relacji geometrycznych pomiędzy obrazami na ekranie, a rozmieszczeniem szczelin, czy krawędzi przesłon. Wyniki tych rozważań to matematyczne formuły wyprowadzone przez Huygensa, Fresnela czy Fraunchofera. Otrzymano je na podstawie werbalnego, dziś, w świetle rezultatów pokazanych na rysunku 20 całkiem fałszywego, założenia o dodawaniu amplitud drgającego ośrodka w płaszczyźnie ekranu. Obecnie, na przykładzie doświadczenia Younga, pokażemy, że periodyczna modulacja oświetlenia na ekranie nie ma żadnego związku procesem falowym, a wynika z oddziaływania fotonów w obszarze szczeliny. A trzeba wiedzieć, że doświadczenie Younga z uginaniem się światła na dwu szczelinach jest wciąż nie tylko koronnym argumentem falowej teorii światła, ale stanowi fundament całej mechaniki kwantowej.

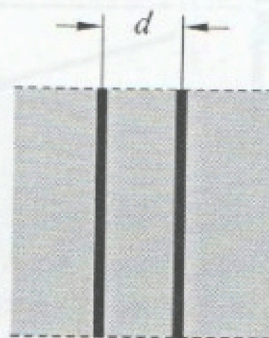
Doświadczenie Younga – fakty a interpretacja. Powyżej pokazaliśmy, w jaki sposób w teorii korpuskularnej otrzymujemy falowe obrazy na ekranie. A teraz kilka słów o tym, gdzie tkwił fałsz w falowej interpretacji doświadczenia Younga.



Rys.28. Geometria doświadczenia Younga. Jedyna informacja, jaką dostarcza eksperyment, to kąt wyznaczający położenie prążków na ekranie, który wraz z odcinkiem *d* określającym odległość pomiędzy szczelinami, można odnieść do różnicy kąta fazowego $\Delta\phi$ pomiędzy położeniem prążka na ekranie, a odległością do obu szczelin.

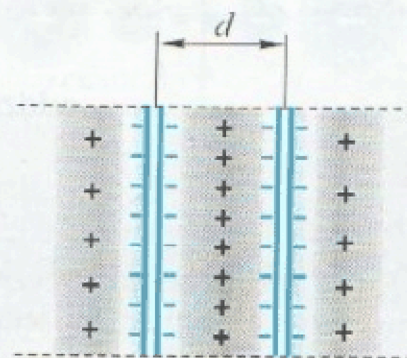
Zacznijmy od definicji pojęcia szczeliny w teorii falowej i w teorii korpuskularnej. Sens tych pojęć w obu podejściach, które przedstawia rysunek 29.

Falowa teoria Huygensa



dwie szczeliny

Teoria korpuskularna



rozdzielone ładunki elektryczne

Rys.29. W teorii falowej szczelina jest pojęciem czysto formalnym pozbawionym jakiejkolwiek fizyki. W teorii korpuskularnej szczelina to miejsce rozwarstwienia ładunków elektrycznych, których pole elektryczne zmienia kierunek lotu biegnących obok fotonów.

EKSPERYMENTALNY FAKT:

Różnica dróg ΔL pomiędzy prążkiem na ekranie, a każdą ze szczelin.

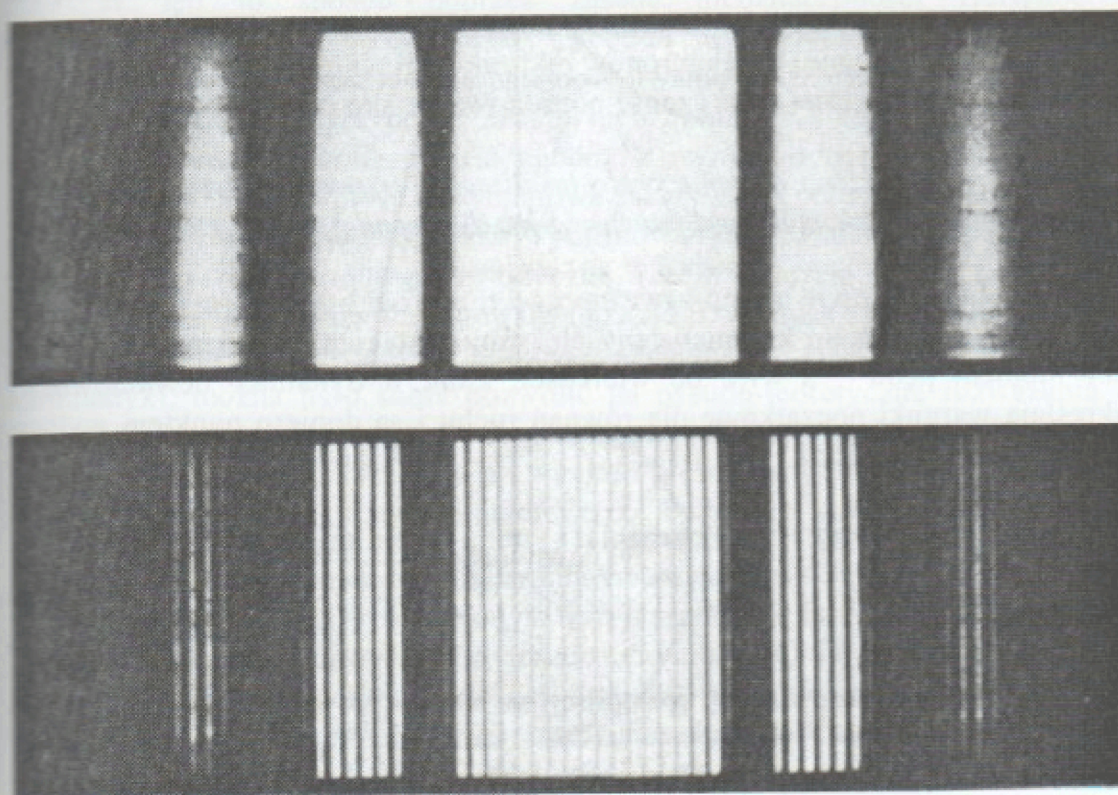
INTERPRETACJA FALOWA:

w płaszczyźnie ekranu sumują się amplitudy wychodzących ze szczelin, drgań ośrodka,

INTERPRETACJA KORPUSKULARNA:

w obszarze szczeliny dodają się poprzeczne impulsy pochodzące od ładunków elektrycznych na krawędziach.

Tak, więc ten sam eksperymentalny fakt ma formalnie dwie równoprawne interpretacje. Ale tylko formalnie, jako że w interpretacji falowej pomija się całkowitym milczeniem mechanizm uginania się światła w obszarze szczeliny jak i nie mówi się nic o tym, w jaki to sposób fala świetlne może iść wąską strugą nie rozprzestrzeniając się na boki. Teoria korpuskularna nie tylko ujawnia mechanizm uginania się światła, ale pozwala wyjaśnić szereg niuansów, na jakie teoria falowa jest bezradna – tak jak na przykład w odniesieniu do dyskutowanego doświadczenia Younga,



SZCZELINA POJEDYNCZA

DWIE SZCZELINY

Rys.30. Szerokie widoczne na zdjęciu ciemne pasma pochodzą od szerokich pasm ładunków dodatnich usytuowanych w otoczeniu każdej ze szczelin. O pochodzeniu tych pasm teoria falowa nie mówi nic. Drobna modulacja pochodzi od wąskiego pasma ładunków ujemnych z krawędzi szczeliny.

Teoria falowa nic nie mówi o tym, jak na powstających obrazach uzewnętrznią się własności materiałów, z jakich zrobiona jest przeszkoda, a takie zależności się obserwuje, czy też o tym, jaki może mieć związek gradacja intensywności cienia z kształtem pola elektrycznego, czy też pola elektromagnetycznego fotonu. O przestrzennym rozkładzie pola pojedynczego fotonu w ramach falowej teorii dyfrakcji i interferencji jest w ogóle bezsensu.

§6. WRACAMY DO ŚCISŁYCH REGUŁ FIZYKI KLASYCZNEJ !

Na zakończenie tego migawkowego spojrzenia na temat aktualnej sytuacji w fizyce teoretycznej kilka porządkujących informacji o mechanice kwantowej i o prezentowanym przeze mnie przyczynowo-skutkowym podejściu do opisu zjawisk mikroświata.

Fundamenty teorii zwanej: mechanika kwantowa. Praktycznie każdy podręcznik mechaniki kwantowej zaczyna się od stwierdzenia, że wyników doświadczenia z elektronami przechodzącymi przez dwie blisko położone szczeliny, w ramach klasycznej dynamiki operującej pojęciem trajektorii cząstki, opisać się nie da. W ten to sposób, zaczyna się podręcznik akademicki mechaniki kwantowej L.Landaua i L.Lifszica, na którym to podręczniku wykształciło się już kilka pokoleń rosyjskich i nie rosyjskich fizyków, tak też się zaczyna mechanika kwantowa w znanych na całym świecie Feynmanowskich wykładach z fizyki. W obu przypadkach konkluzja jest identyczna. Ponieważ wyniki doświadczenia z elektronami są niemal identyczne z wynikami doświadczenia Younga ze światłem, a światło to zgodnie z powszechnym przekonaniem elektromagnetyczne fale, więc źródeł pojawienia się pasiastych obrazów na ekranie należy szukać w oparciu równaniu falowe fizyki ośrodków ciągłych, którego szczególnym przypadkiem jest równanie Schrödingera.

Ponieważ jednak równanie falowe dobrze opisujące rozchodzenie się fal w powietrzu, w wodzie, czy w metalu stoi w jawnej sprzeczności z pojęciem cząstki, a w odniesieniu do elektronów nikt nie miał wątpliwości, co do tego, że to cząstki, to tą logiczną sprzeczność potraktowano jako dowód na to, że

elektrony z natury rzeczy nie mają swojej lokalizacji w przestrzeni i pojęcie trajektorii elektronu należy w ogóle wyeliminować z wszelkich mikroskopowych rozważań.

Rozważania o budowie atomu zawężono do rozważań o wielkościach reprezentujących globalny stan kinematyczny elektronów, takich jak energia wiązania, czy moment pędu – a więc do wielkości, które w dynamice newtonowskiej określają warunki początkowe dla równań ruchu i są dopiero punktem wyjścia do obliczania trajektorii.

Ale nie zawsze w rozważaniach od pojęcia trajektorii można uciec. Skrajnym tego przykładem są zderzenia, kiedy to makroskopowo określona trajektoria, elektronu czy fotonu ma trzy wyraźnie określone punkty lokalizacji: miejsce startu cząstki (akcelerator), obszar oddziaływania (tarcza) i detektor – jakim jest na przykład klisza fotograficzna w eksperymencie z dwoma szczelinami. Ponieważ równanie falowe z definicji nie odnosi się do cząstek to

umówiono się, żeby kwadrat funkcji falowej, potraktować jako prawdopodobieństwo znajdowania się rozpatrywanej cząstki w określonym miejscu przestrzeni (Born).

Taka, wprowadzona *deus ex machina,* interpretacja równania falowego zrywała z podstawowymi prawami fizyki klasycznej: z prawem zachowania energii, z prawem zachowania pędu, czy momentu pędu. Odniesiona do stanów swobodnych, to znaczy do opisu rozpraszania i wszelkiego rodzaju zderzeń, wprowadzała szereg komplikacji i paradoksów, z którymi fizycy do dziś nie mogą się uporać, a procedury obliczeniowe w konkretnych przypadkach oparte są na fantazji obliczającego – co jest pokazane w rozdziale 4.

Zasada Heisenberga – "wolnoć Tomku w swoim domku" w fizyce. Aby dać jakąś filozoficzną podbudowę pod zrywającą z zasadami klasycznej logiki probabilistyczną interpretację funkcji PSI, Heiseneberg podniósł sprawę eksperymentalnej weryfikacji położeń i prędkości mikroskopowych obiektów. Ponieważ, w odniesieniu do mikro obiektu, jakim jest elektron związany w polu atomowego jądra pojęcie pomiaru nie zakłócającego nie istnieje, jako że elektron to najmniejszy obiekt, jaki stworzyła natura, to powstał dylemat czy w ogóle jest możliwy dokładny pomiar położeń i pędów atomowego elektronu. Heisenberg stanął na stanowisku, że jest to niemożliwe i biorąc za podstawę niekontrolowany rozrzut elektronów uginających się na krawędzi sformułował słynną *zasadę nieoznaczoności* mającą postać:

$$\Delta p \cdot \Delta x > h$$

gdzie Δp , to błąd w pomiarze pędu, Δx to błąd w pomiarze położenia cząstki, a h to stała Plancka. Mówiła ona o granicy możliwości jednoczesnego pomiaru na tym samym obiekcie, jego położenia i pędu. ***Aby jednak być w zgodzie z probabilistyczną interpretacją funkcji falowej należało przyjąć, że to nie pomiar jest niemożliwy, ale że mikroskopowa cząstka jako taka nie ma jednoznacznie określonego położenia i prędkości.*** W ten to sposób, krok po kroku, tworzony był system fikcyjnych praw, opierających się na werbalnej argumentacji. Zasada nieoznaczoności Heisenberga ***wytyczała granice dla posługiwania się prawami klasycznej dynamiki.***

W ten to sposób poprzez zasadę nieoznaczoności Heisenberga usankcjonowana została całkowita swoboda w formułowaniu postulatów pozwalających uzyskiwać idealną zgodność kwantowej teorii z ěksperymentem. W obszarze zakreślonym przez zasadę nieoznaczoności każde założenie jest dobre, o ile rezultat obliczeń jest zgodny z wynikami pomiarów. Nic, więc dziwnego, że doszła do głosu *n*-wymiarowa zakrzywiona przestrzeń i powyginany czas. A wszystko to, podbudowane wyrafinowanym aparatem matematycznym nie mającym nic wspólnego z fizyczną rzeczywistością. Przy tak daleko posuniętym braku rygorów formułowanych zasad fizycznych i przy abstrakcyjnym formaliźmie dostępnym jedynie dla super-specjalistów z wybranych obszarów matematyki, można było sobie pozwolić na pseudo-teoretyczne rozważania o n-wymiarowych strunach, czy dociekaniach jak wyglądał wszechświat w miliardowych częściach sekundy po wielkim wybuchu. Te teorie biją na łeb na szyję powieści science-fiction Juliusza Verne "Podróż na księżyc", czy też Freda Hoyla "Czarna chmura". Te ostatnie były z resztą logiczną ekstrapolacją aktualnego stanu wiedzy.

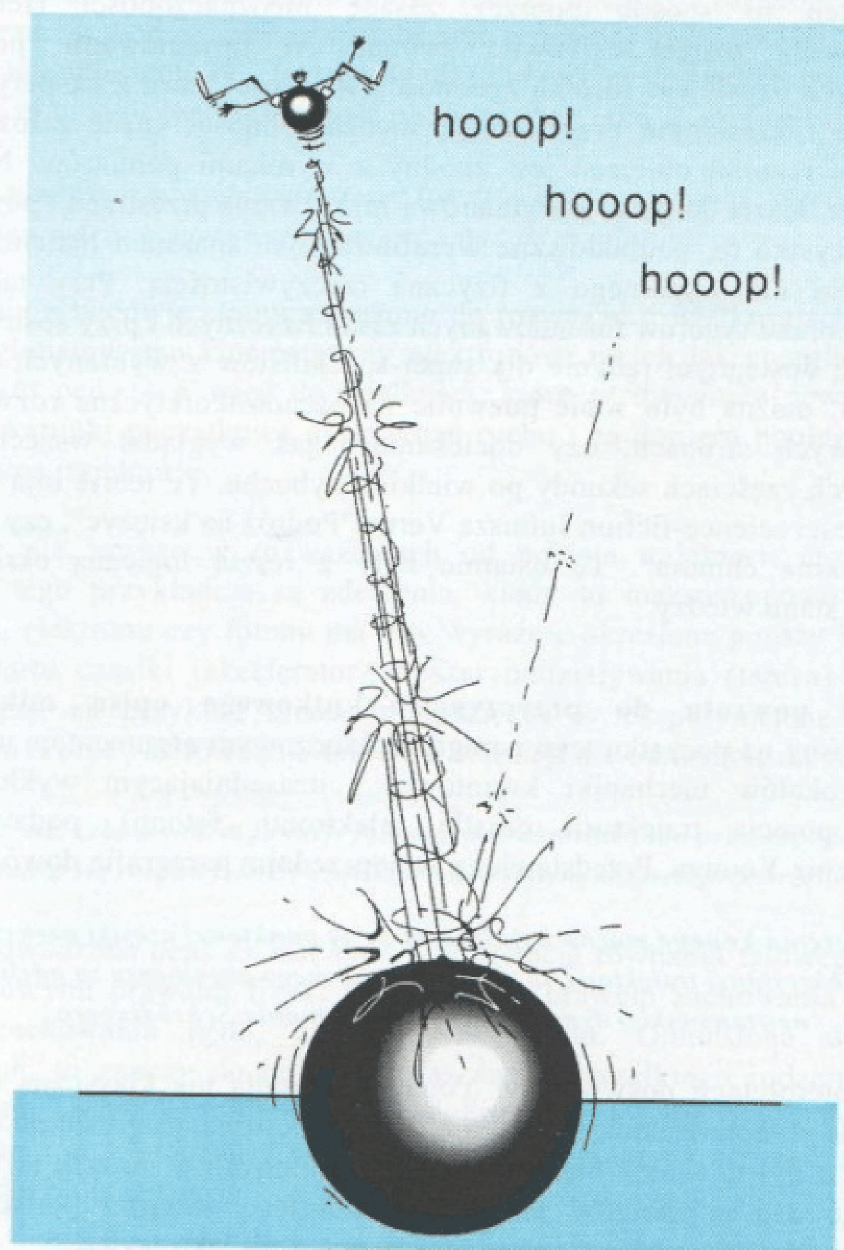
Przesłanki powrotu do przyczynowo-skutkowego opisu mikroświata. Jak mówiliśmy na początku tego paragrafu, kluczowym argumentem używanym przez adwokatów mechaniki kwantowej i uzasadniającym wykluczenie z rozważań pojęcia trajektorii cząstki (elektronu, fotonu), podawane jest doświadczenie Younga. Przedstawiony w poprzednim paragrafie dowód na to,

że doświadczenia Younga można wyjaśnić na bazie punktowej cząstki poruszającej się po ściśle określonej trajektorii, to zburzenie głównego argumentu za odejściem od newtonowskiej dynamiki na rzecz równania Schrödingera.

To przy interpretacji doświadczeń Younga zawiodła nie klasyczna dynamika, bazująca na pojęciu zlokalizowanego elektronu poruszającego się po określonej trajektorii, a był to skutek błędnych założeń robionych w ramach tej dynamiki. Nie mogąc dać odpowiedzi na pytanie, dlaczego elektron porusza się po wybranych orbitach, zakwestionowano istnienie orbit jako takich.

A wszystko byłoby w porządku, gdyby w odniesieniu do elektronów tkwiących w atomie, cząsteczce, czy sieci krystalicznej ciała stałego, równanie Schrödingera zostało potraktowane jako równanie klasycznej dynamiki odnoszące się do stabilności układu mechanicznego poddanego działaniu periodycznych sił zakłócających. W takim kontekście, równanie Schrödingera, to uogólniona reguła pozwalająca, dla elektronów uwięzionych w zadanej jamie potencjalnej, określać warunki istnienia stanów stacjonarnych – stanów, kiedy to poruszający się po zamkniętej trajektorii elektron nie traci energii na promieniowanie. A więc, ***równanie Schrödingera to równanie określające warunki początkowe dla Newtonowskich równań ruchu.*** Występująca w równaniu Schrödingera funkcja ψ, nie mówi bezpośrednio nic o zmieniającym się w czasie położeniu elektronu i jego trajektorii – ruch ten i trajektoria ta mają spełniać jedynie pewne globalnie określone warunki.

Model swobodnego spadku. Ale, nie podejmując dyskusji, dlaczego atom jest zbudowany tak, a nie inaczej, możemy nie korzystając z równania Schrödingera dać odpowiedź na pytanie, jak on jest zbudowany określając wartości stałych dla równań ruchu na drodze eksperymentalnej. I tak, konfrontacja wielu obliczeń z wieloma eksperymentami potwierdziła, że w obszarze atomu ruch elektronów jest podporządkowany prawu Coulomba i odbywa się zgodnie z zasadami newtonowskiej dynamiki, a ruch elektronów w atomie znajdującym się w stanie podstawowym to ruch promienisty do jądra.



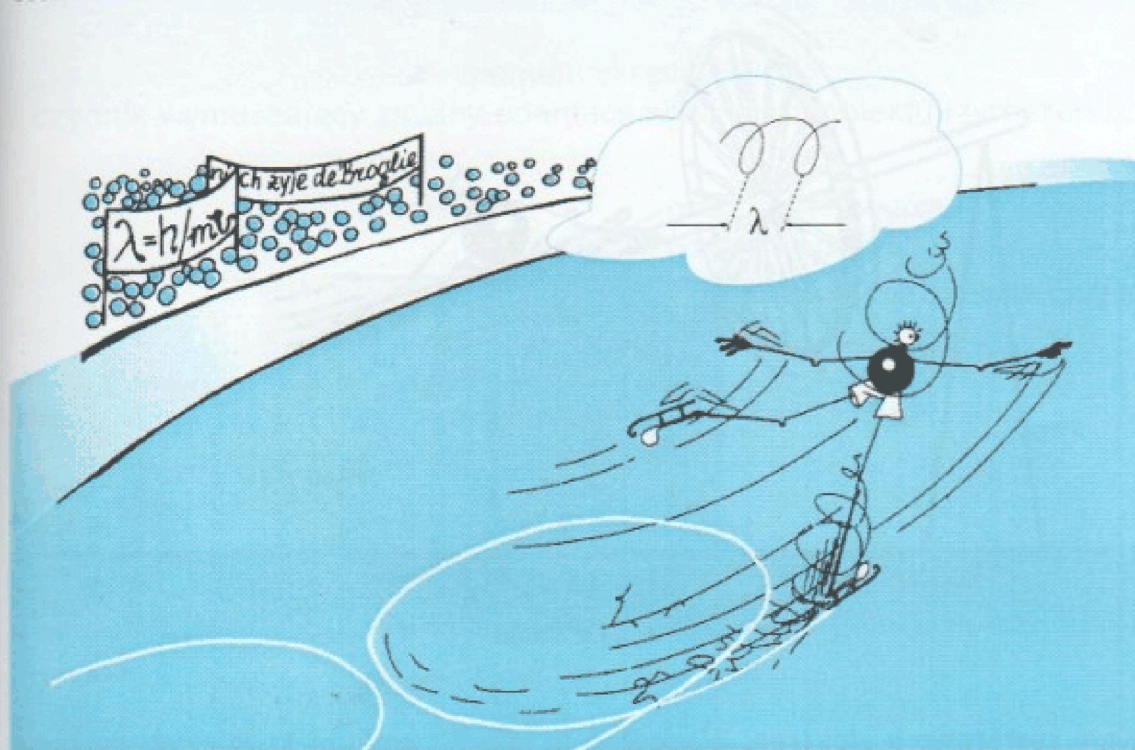
Rys.31. Model atomu wodoru widziany oczyma artysty.

Odkrycie, że elektrony w atomie poruszają się radialnie do jądra pozwoliło odpowiedzieć na bulwersującą fizyków i chemików zagadkę, dlaczego krótkozasięgowe siły magnetyczne elektronu odgrywają tak istotną rolę w budowie atomu i przy łączeniu się atomów w cząsteczki – innymi słowy wyjaśnić oddziaływania kryjące się, za tak zwaną regułą Pauliego (regułę tą traktowanym jako wyłączny atrybut mistycznego świata kwantów). W istocie rzeczy jest to zwykłe oddziaływanie magnetyczne, które dopiero przy ruchu radialnym nabiera odpowiedniego znaczenia.

Translacyjna precesja. Wiedząc, już jak się porusza elektron w atomie można było się pokusić o poszukiwanie odpowiedzi na pytanie, dlaczego orbita elektronowa stanu podstawowego ma, takie a nie inne rozmiary i taki, a nie inny kształt. Jak też i odpowiedzieć, dlaczego atom emitujący foton traci energię ściśle określonymi porcjami i dlaczego w pewnych sytuacjach zachowuje się podobnie jak foton – tak jak w doświadczeniu Younga.

Kluczowym momentem w znalezieniu odpowiedzi na to pytanie było rozszyfrowanie sensu fizycznego fali de Broglie'a. Zamiana hipotezy de Broglie'a, na hipotezę translacyjnej precesji stwierdzającej, że przemieszczenia elektronu są zawsze związane z jego precesją pozwoliła z materializować pole falowe elektronu odpowiedzialne za stany wyróżnione atomu i prążki dyfrakcyjne w eksperymencie Younga.

Pole falowe elektronu poszukiwane przez de Broglie'a to pole elektromagnetyczne obracającego się magnesu. W przypadku elektronu poruszającego się wokół jądra siła pochodząca od tego pola jest niewielka i może ona istotnie zmienić tor elektronu dopiero przy wielokrotnym obiegu jądra. W przypadku doświadczenia Younga, oddziaływanie poprzez ładunek elektryczny z symetrycznie usytuowanymi ładunkami elektrycznymi szczeliny redukuje się i na pierwszy plan wychodzi oddziaływanie z oscylacyjnym polem precesującego elektronu.



Rys.32. Przemieszczanie się elektronu w przestrzeni w oczach artysty – według niego elektron nie chodzi a tańczy i to tańczy walca.

Rozwiązując równania ruchu elektronu z uwzględnieniem tego pola otrzymujemy regułę kwantowania otrzymaną przez Bohra. Tak więc,

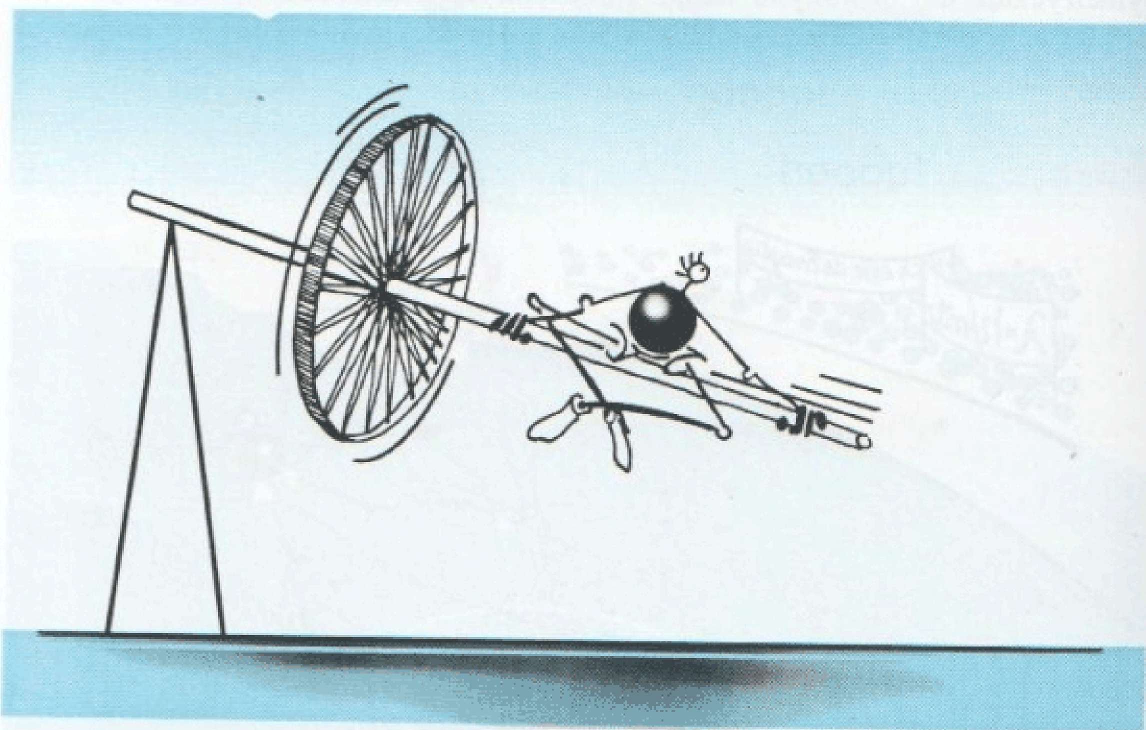
istnienie stanów wyróżnionych atomu to rezultat obecności składowej oscylacyjnej pola elektrycznego elektronu mającej swe źródło w translacyjnej precesji osi spinowej.

Czy stała Plancka h reprezentuje całkiem inny świat ? Pierwszym tropem wiodącym do odpowiedzi na pytanie, dlaczego atom jest zbudowany, tak a nie inaczej, było odkrycie kwantowych warunków określonych poprzez stałą Plancka h. Ponieważ w ramach klasycznej dynamiki nie potrafiono dla niej znaleźć miejsca, to uznano ją za wielkość należącą do zupełnie innego świata, której nie można odnieść do znanych nam pojęć świata makroskopowego. Podręczniki mechaniki kwantowej mówią, że fizyka klasyczna to fizyka, w której $h = 0$. A przecież stała Plancka h to nic innego, jak wielkość definiująca pojęcie dobrze znanego na gruncie fizyki klasycznej żyroskopu. Wmówienie adeptom studiującym fizykę, że h to pojęcie czysto kwantowe nie mające swojego odpowiednika w fizyce klasycznej było jednym z głównych czynników utrwalającym przekonanie o niezwykłości mechaniki kwantowej. Tymczasem, stała Plancka to odzwierciedlenie faktu, że ruch wirowy stanowi immanentną cechę świata mikroskopowego i w rozważaniach o budowie atomu go pominąć nie można. Aby zdemistyfikować spojrzenie na stałą Plancka h i dobrze wczuć się w rolę żyromagnetycznych własności elektronu kilka słów o własnościach obiektu zwanego żyroskopem.

Czy można siedzieć na drągu podpartym tylko z jednego końca ?

Można ! I to bez obawy !

Pod jednym wszak warunkiem.
Na drągu musi być zamocowane masywne, o dużym promieniu, szybko obracające się koło.



Rys.34. "Naoczna" demonstracja żyroskopowych własności materii.

Koło rowerowe a elektron. Żyroskop to taki dziwny obiekt, o czym możemy się łatwo przekonać ujmując w obie ręce oś kręcącego się koła rowerowego – staramy się zmienić orientację jego osi w jakimś kierunku, a oś, ku naszemu zdumieniu, przemieszcza się prostopadle do kierunku, w którym chcieliśmy go obrócić. Z uwagi na taką właśnie reakcję wirującej materii możemy spokojnie siedzieć na drągu podpartym tylko z jednego końca, jak to widać na rysunku 34.

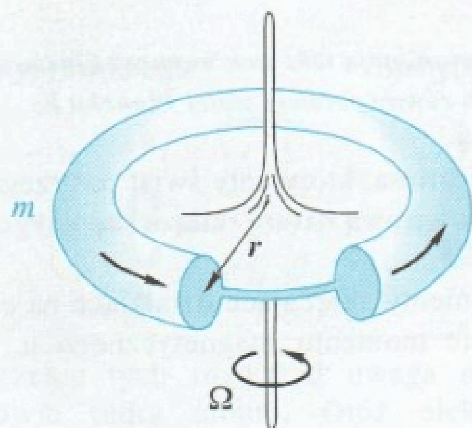
Od strony ilościowej zjawisko opisuje równanie Eulera, które mówi że:

$$\omega_{pr} = \mathcal{M} / H$$

gdzie ω_{pr} określa szybkość kątową drąga obracającego się wokół punktu podparcia, H reprezentuje własności wirującego koła, a $\mathcal{M}$ reprezentuje moment skręcający wywierany na drąg przez siedzącego na nim osobnika.

H – moment kinetyczny, wielkość definiująca pojęcie żyroskopu.

Jest to miara sztywności orientacyjnej wirującego obiektu – im większy moment kinetyczny tym trudniej zmienić orientację osi obracającego się ciała.

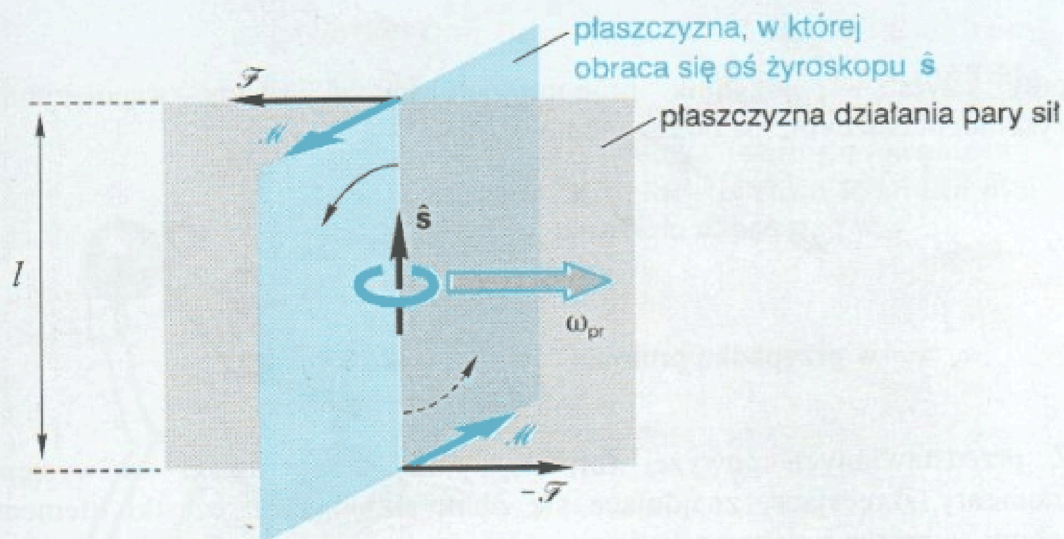


W takim przypadku, jak wirująca obręcz, moment kinetyczny można wyrazić poprzez masę obręczy m, jej promień r oraz prędkość kątową ruchu wirowego Ω :

$$H = m\, r^2\, \Omega.$$

Rys. 34. Najprostszy żyroskop – wirująca obręcz.

$\mathcal{M}$ – moment skręcający, czynnik wymuszający zmiany orientacji wirującego obiektu (żyroskopu).



W takim przypadku, jak wirujące koło, obręcz połączona szprychami moment skręcający może mieć postać pary sił działających na oś – jeżeli siły $\mathcal{F}_1 = -\mathcal{F}_2$ są prostopadłe do osi i rozstawione na odległość l, to moment skręcający ma postać:

$$\mathcal{M} = \mathcal{F} \times l$$

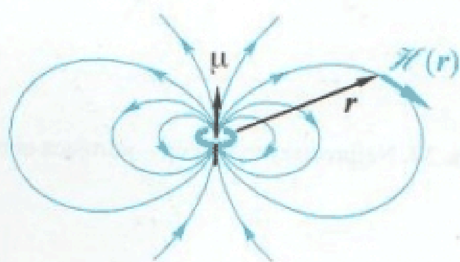
Rys.35. Zmiany orientacji żyroskopu to przejaw działających na niego momentów skręcających.

Elektron – "czarna" skrzynka z wirującą materią. W przypadku takiego żyroskopu, jak koło rowerowe, tak moment kinetyczny H, jak i moment skręcający $\mathscr{M}$, możemy sprowadzić do pojęć prostszych, takich jak prędkość kątowa koła, czy też para sił przyłożona do jego osi. W przypadku mikroobiektów, takich jak elektron (proton), których wewnętrzna struktura nie jest nam znana, a więc nie możemy określić rozkładu wirującej materii i zidentyfikować miejsca działających sił, tak moment kinetyczny, jak i moment skręcający funkcjonują jako pojęcia pierwotne, nieredukowalne do pojęć prostszych. O obecności i wielkości tak momentu kinetycznego jak i momentu skręcającego wnioskujemy obserwując zmiany orientacji tych obiektów, kiedy w ich otoczeniu znajdują się podobne obiekty. Na podstawie tego typu obserwacji ustalono, że

elektron i proton mają taki sam moment kinetyczny i jest on równy połowie stałej Plancka h.

Zgodnie, więc z intuicją Descartesa, który cały świat postrzegał jako zbiorowisko wirów, stała Plancka ujawnia wirową naturę mikroskopowego świata.

Aby odwzorować momenty skręcające działające na elektron, czy proton należało wprowadzić pojęcie momentu magnetycznego μ, będącego źródłem pola magnetycznego $\mathscr{H}$



$$\mathscr{H} = \frac{\mu}{r^3}\,[\hat{s} - 3\hat{r}\,(\hat{s} \cdot \hat{r})],$$

które jest źródłem momentu skręcający o wielkości:

$$\mathscr{M} = \mu \times \mathscr{H},$$

Doświadczenie pokazało, że moment magnetyczny, tak elektronu jak i protonu jest proporcjonalny do stałej Plancka h,

$$\mu = \hat{s} \cdot g\,h,$$

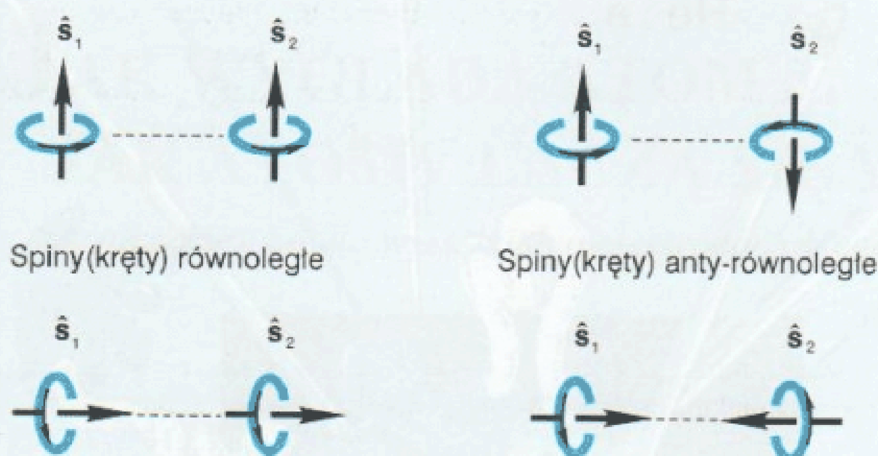
przy czym współczynnik proporcjonalności g, zwany współczynnikiem żyromagnetycznym, ma odpowiednio wartość:

w przypadku elektronu $$g_e = \frac{e}{2m_e c},$$

w przypadku protonu $$g_p = 2.79\,\frac{e}{2m_p c}.$$

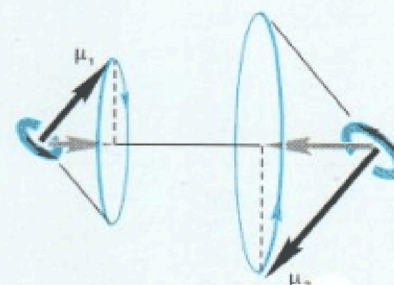
Z przedstawionych powyżej formuł wynika, że z uwagi na występujące momenty skręcające, znajdujące się obok siebie dwie cząstki elementarne, jakimi są proton i elektron, będą zmieniać swoją orientację. Zmiany te opisywane równaniem Eulera są dosyć skomplikowane i ich obliczenie wymaga dobrej znajomości matematyki. Nam jednak wystarczy rozpatrzyć pewne szczególne proste przypadki, które odgrywają istotną rolę w zrozumieniu istnienia stanów stacjonarnych, kiedy to oddziaływujące cząstki, bądź to pozostają nieruchomo zorientowane w przestrzeni, bądź też obracają się ze stałą prędkością wokół prostej przechodzącej przez obie cząstki.

I tak, istnieją tylko cztery sytuacje, kiedy momenty skręcające są równe zeru, a więc obie cząstki mogą pozostawać niezmiennie zorientowane w przestrzeni. Raz, kiedy ich osie są skierowane wzdłuż łączącej je prostej, bądź też, kiedy są do niej prostopadłe. Fakt ten ma ogromne znaczenie dla rozważań o budowie mikroświata, gdyż istotnie zawęża obszar poszukiwania rozwiązań opisujących stany stacjonarne zbioru cząstek, jakimi są proton i elektron.



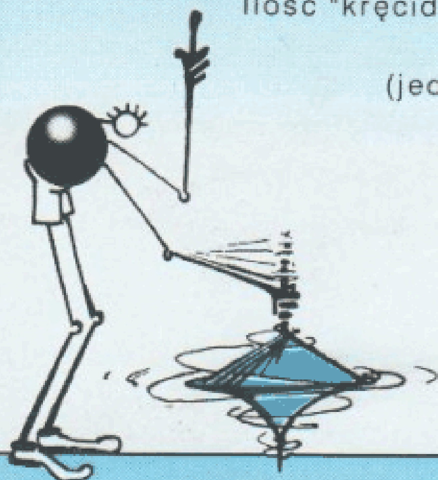
Rys.36. Cztery szczególne sytuacje, w których dwie cząstki oddziaływujące poprzez spinowe pole magnetyczne i posiadające właściwości żyroskopowe mogą pozostawać trwale zorientowane w przestrzeni.

I na zakończenie tych rozważań uwaga mająca duże znaczenie dla rozważań o budowie jądra atomu. Otóż elektrostatyczne przyciągające oddziaływanie elektronu i protonu daje się zrównoważyć przy odpowiedniej wzajemnej orientacji ich osi spinowych odpychającym oddziaływaniem magnetycznym, przy czym obie cząstki będą obracać się wokół linii łączącej ich centra z taką samą prędkością kątową, patrz rysunek 38.



Istotnie, rozwiązując równania ruchu dla dwu elektronów przy anty-równoległej orientacji spinów uzyskano rozwiązanie stanowiące fundament pod budowę wielo-elektronowych powłok atomów i cząsteczek – ale o tym, w następnym rozdziale.

I stworzył Pan Bóg, i Słońce i Ziemię i Elektron
i kazał im się kręcić!
Ilość "kręcidła", jaką przydzielił elektronowi,
to połowa jednego "kręcioła"
(jeden "kręcioł" to stała Plancka h).



Rys.37. Dlaczego fizycy XX-ego wieku uznali, że stała Plancka h reprezentująca moment kinetyczny obracającego się ciała nie należy do obszaru klasycznej fizyki, a jest wyłącznym atrybutem mistycznego świata kwantów, jest pytaniem na, które trudno znaleźć logiczne wyjaśnienie.

Mając za sobą demistyfikację własności falowych elektronu i demistyfikację stałej Plancka h, możemy już innym okiem spojrzeć na budowę atomu i wynikające stąd konsekwencje dla rozumienia świata chemii.

Natura jest niewrażliwa na propagandę.
Elektron w atomie będzie biegał po swojemu, niezależnie co o nim napiszą czy powiedzą.

PROBLEMY NR 12 (369) GRUDZIEŃ 1976

Miesięcznik Towarzystwa Wiedzy Powszechnej

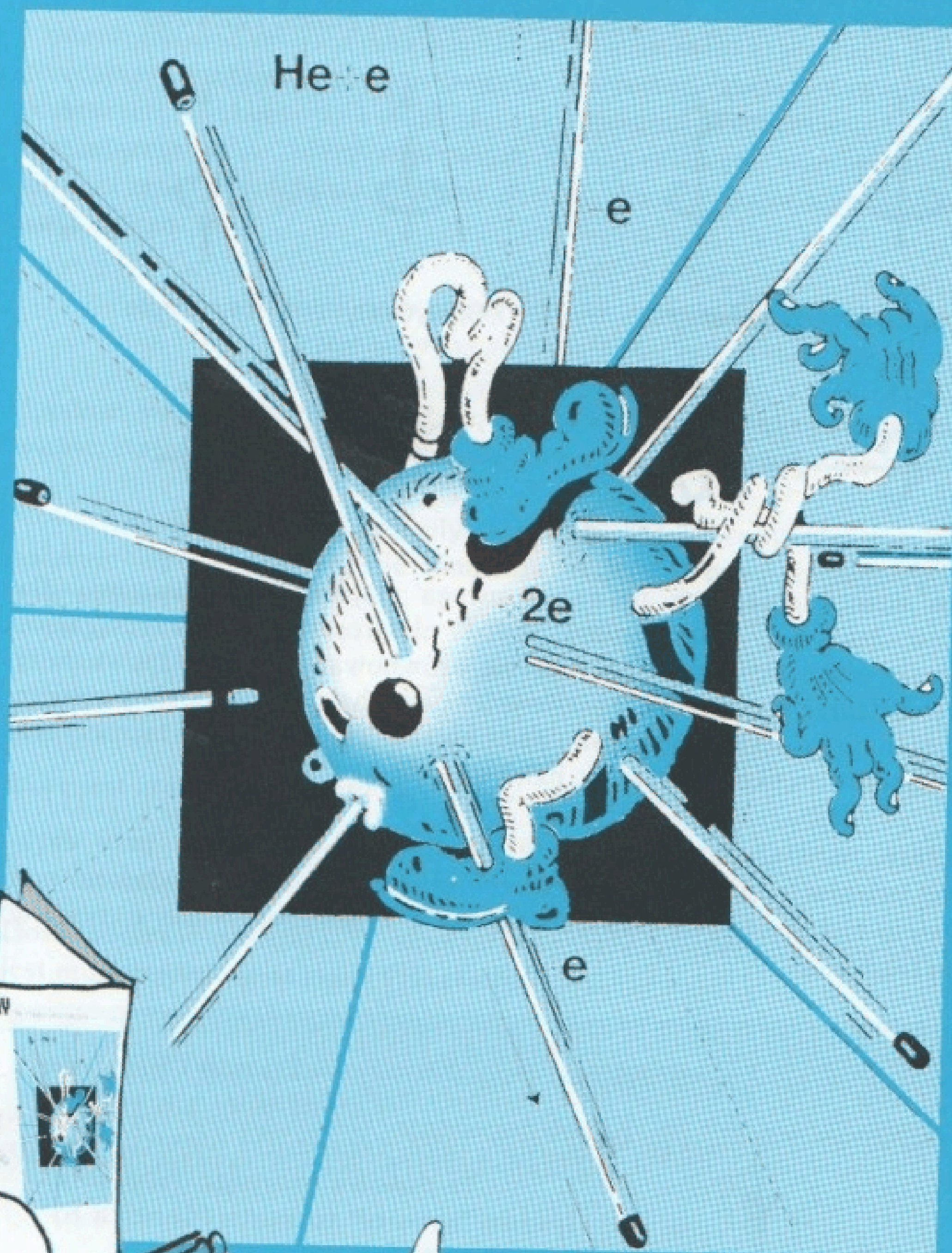
Redaguje Komitet

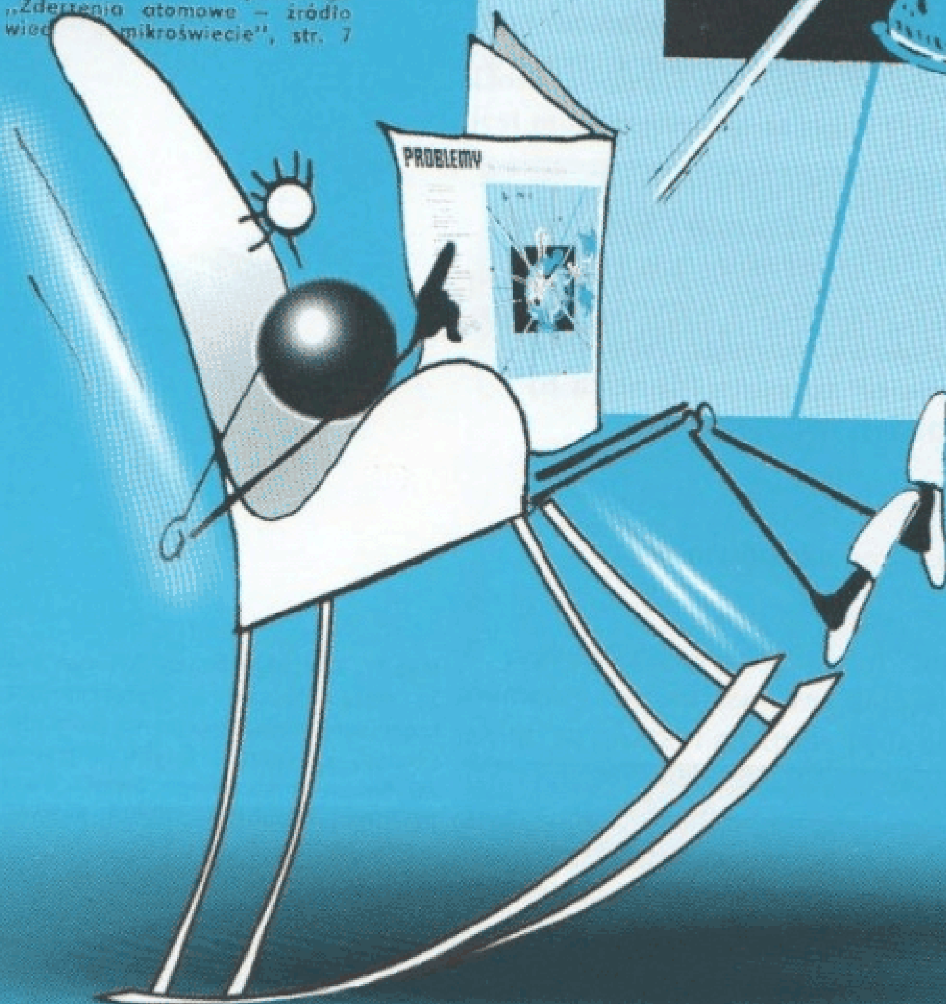
ALICJA TEJCHMA
redaktor naczelny, przewodnicząca Komitetu Redakcyjnego

M. ALEKSANDRA BAGNOWSKA
sekretarz redakcji

LESŁAW BAJER
KONRAD FIAŁKOWSKI
ANDRZEJ GORZYM
MACIEJ IŁOWIECKI
BOGUSŁAW LEŚNODORSKI
WŁODZIMIERZ MICHAJŁOW
BOGDAN MIŚ
KAZIMIERZ OSTROWSKI
ANNA TABACZYŃSKA
MIECZYSŁAW ZAWADKA
JERZY ZIELEŃSKI
ADAM ZUBEK

Ilustracja na okładce (Andrzeja Piwońskiego) nawiązuje do artykułu Michała Gryzińskiego „Zderzenia atomowe – źródło wied... mikroświecie", str. 7





To, jak szybko rozleci się imperium Mechaniki Kwantowej,
zależy dziś od sprawujących władzę nad Światem środków masowego przekazu!

3. JAK WYGLĄDA ATOM ? JAK ATOMY ŁĄCZĄ SIĘ W CZĄSTECZKI ?

(*krótko i prosto dla wszystkich o elektronach biegających ściśle wytyczonymi szlakami*)

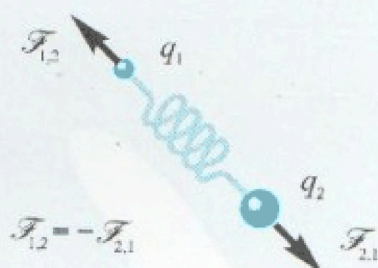
Kołowy model atomu to błąd, który skierował rozważania o budowie atomu na ślepy tor, przyczyniając się w ogromnej mierze do zaniechania prac nad dynamiczną teorią atomu. Jest wielce prawdopodobne, że przy znajomości rozwiązania prawidłowego, jakie reprezentuje model swobodnego spadku, do powstania mechaniki kwantowej w ogóle by nie doszło.

§1. PROTON I ELEKTRON

Wiedza, jaką nam przyniósł dwudziesty wiek pozwoliła na sformułowanie tezy: *cały bezpośrednio lub pośrednio dostępny naszym zmysłom materialny świat, to różne kombinacje dwu różnych, ale i podobnych zarazem "zawirowań" kosmicznego eteru.* Te dwa wzajemnie przyciągające się zawirowania to proton i elektron. Taki tandem kosmicznej materii to atom wodoru. Ale chcąc mówić o tym, jak zbudowany jest taki tandem, musimy wpierw określić znaczenie użytych powyżej słów: proton, elektron. Wszak musimy wiedzieć, o czym mówimy !

Proton i elektron, to obiekty oddziaływujące zgodnie z prawem Coulomba. Aczkolwiek elektron i proton odkryte zostały dosyć dawno – elektron został zidentyfikowany w 1897 roku przez J.J.Thomsona, a proton w 1918 roku przez E.Rutherforda – niestety, jak dotąd, prawie nic nie wiemy o wewnętrznej budowie tych dwu uniwersalnych składników materii. We wszelkich rozważaniach występują one pod postacią matematycznych punktów, którym przypisujemy zdefiniowane poprzez matematyczne funkcje różnorodne własności pozwalające przewidywać zachowanie się tych obiektów w rozmaitych okolicznościach. Wydedukowana na podstawie wielu różnych obserwacji *podstawowa własność protonu i elektronu, to malejące z kwadratem odległości oddziaływanie – odpychanie w przypadku cząstek tego samego rodzaju i przyciąganie w przypadku cząstek odmiennych.* Aby o oddziaływaniu móc mówić w sposób ilościowy, fizycy wprowadzili pojęcie ładunku elektrycznego – im większy ładunek posiada cząstka, tym silniejsze oddziaływanie. W formułach matematycznych ładunek elektryczny jest zazwyczaj oznaczany za pomocą łacińskiej litery $q(Q)$, ze znakiem + lub – , tak, aby na podstawie znaku iloczynu wiedzieć, czy mamy do czynienia z odpychaniem (wówczas iloczyn jest dodatni) czy z przyciąganiem (wówczas iloczyn jest ujemny). Takie oddziaływanie, wyrażające się za pomocą matematycznej formuły:

$$\mathscr{F} = \pm \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \hat{r} \ ,$$



Sprężyna – obiekt będący synonimem siły. W świecie mikroskopowym źródło siły jest bezpośrednio nieuchwytne, jego obecność stwierdzamy jedynie pośrednio, na podstawie obserwowanych zmian prędkości.

zwiemy siłą Coulomba. Oddziaływanie Coulomba to podstawowa cecha definiująca tak elektron, jak i proton.

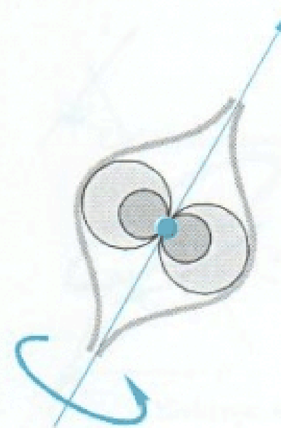
Doświadczenia pokazały, że wyrażająca się poprzez ładunek elektryczny zdolność materii do oddziaływania jest taka sama dla protonu, jak i elektronu. Ustalono, że ładunek elektryczny protonu będzie oznaczany symbolem $+e$ natomiast ładunek elektryczny elektronu symbolem $-e$.

Proton i elektron, to obiekty poruszające się zgodnie z prawami Newtona. *Obecność oddziaływania ma swoje konsekwencje, a konsekwencje te to obserwowane zmiany prędkości oddziaływujących cząstek.* Zmiany prędkości odniesione do jednostki czasu nazywamy przyśpieszeniem. Zazwyczaj oznaczamy je literą $\boldsymbol{a}$, od angielskiego słowa *acceleration – przyśpieszenie,* tak jak i wprowadzony symbol $\mathscr{F}$, ma swoje korzenie w angielskim słowie *force – siła.* Ta nomenklatura pochodzi od Newtona, który był Anglikiem, i który pierwszy wyraził związek pomiędzy oddziaływaniem, a przyspieszeniem w postaci matematycznego równania

$$\mathscr{F} = m\,a$$

gdzie współczynnik m zwany masą, a określający podatność danego obiektu na zmiany prędkości, jest miarą ilości materii – tworzywa z jakiego zbudowany jest ten obiekt.

W ten oto sposób fizycy, poprzez prawo Coulomba i prawo Newtona, rozciągły obiekt, jakim jest elektron czy proton sprowadzili do abstrakcyjnego matematycznego punktu. ***Operując więc pojęciem elektronu, zredukowanego do punktowej masy i punktowego ładunku elektrycznego, należy mieć na uwadze ogrom niewiedzy o tym obiekcie*** – to jest tak, jakbyśmy całą wiedzę o słońcu chcieli wyrazić za pomocą dwu liczb, jaką jest masa słońca $m_{\odot}$ i ładunek grawitacyjny wyrażający się poprzez iloczyn $m_{\odot}\sqrt{\mathscr{G}}$, gdzie $\mathscr{G}$ jest stałą grawitacyjną. I rzeczywiście, dosyć szybko okazało się, że operując jedynie punktową masą i punktowym ładunkiem elektrycznym nie można wyjaśnić wielu zjawisk i konieczne jest poszerzenie pojęcia elektronu poprzez przypisanie punktowi reprezentującemu elektron jeszcze pewnych dodatkowych cech.



Rzeczywisty obiekt fizyczny ...

Proton i elektron, to obiekty mające własności żyroskopu ! Nie wnikając w to, jak fizycy do tego doszli, powiemy jedynie tyle, że tak elektronowi, jak i protonowi trzeba było przypisać własności mechanicznego bąka. Innymi słowy tak proton, jak i elektron to wirująca materia – coś na podobieństwo wodnego wiru, powietrznego tornado, czy po prostu koła rowerowego. ***Ale, aby móc mówić o obrotach należy przede wszystkim wprowadzić pojęcie osi obrotów określającej orientację wirującej materii w przestrzeni.*** W tym celu do punktu reprezentującego położenie wirującego obiektu, elektronu czy protonu, dołączono jednostkowy wektor $\hat{s}$ zwany, *wersorem.* Aby wiedzieć, czy mamy do czynienia z niewielkim bączkiem, czy z potężnym bąkiem – a więc, aby wiedzieć, czy łatwo, czy też trudno będzie nam zmienić orientację wirującego obiektu, należało do wersora $\hat{s}$ dołączyć jakąś informację liczbową. W przypadku takiego bąka, jakim jest koło rowerowe, taka przybliżona informacja to wartość iloczynu:



... i jego punktowa reprezentacja.

def.H
$$H = m \cdot r \cdot v\ ,$$

gdzie m jest masą obręczy z oponami i wszystkimi dodatkami, r jest promieniem koła, a v jest szybkością z jaką poruszają się punkty znajdujące się na jego obręczy. Wielkość H, reprezentującą inercję orientacyjną wirującego obiektu, fizycy nazwali momentem kinetycznym, a sam wirujący obiekt żyroskopem. Po przeprowadzeniu wielu eksperymentów stwierdzono, że

elektron i proton to dwa prawie identyczne żyroskopy,

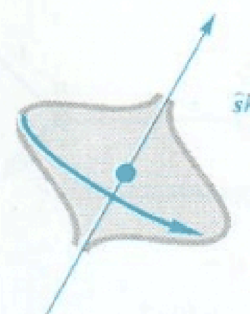
$$H_e = H_p = \tfrac{1}{2}h.$$

jako że mają taki sam moment kinetyczny – równy połowie stałej Plancka h.

Aczkolwiek do dziś nie wiemy, jaka jest wewnętrzna budowa elektronu czy protonu, to znając ich masę i znając wartość stałej Plancka h oraz wiedząc, że ekstremalną szybkość, z jaką może się przemieszczać materia to szybkość światła c, możemy wnioskować o średnicy takiego mikroskopowego żyroskopu. Wychodząc, więc z definicji momentu kinetycznego H będziemy mogli powiedzieć, jaka jest:

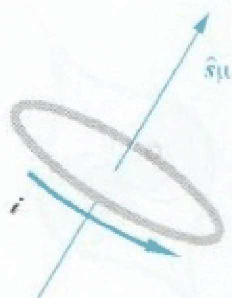
średnica żyroskopowa elektronu $$\phi_e = 2r_e = \frac{h}{m_e c} \simeq 2.43\cdot 10^{-10}\ \text{cm}\ ,$$

średnica żyroskopowa protonu $$\phi_p = 2r_p = \frac{h}{m_p c} \simeq 1.32\cdot 10^{-13}\ \text{cm}\ .$$



Elektron to wirujący obiekt.
Jest mały, ale to nie matematyczny punkt.

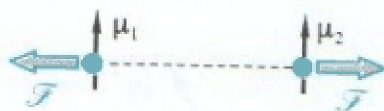
Otrzymane w ten sposób liczby pokazują, że elektron, a tym bardziej proton, to małe obiekty, ale na pewno nie bezwymiarowe matematyczne punkty.



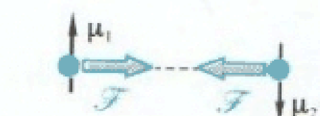
Elektron (proton) – miniaturowa pętla prądowa.

Proton i elektron, to obiekty posiadające własności magnetycznej igły ! Innym dziwnym przedmiotem, jaki znamy ze szkolnych ćwiczeń z fizyki to kompas, którego duszą jest zawieszona w środku ciężkości magnetyczna igła. Dwie takie namagnesowane igły, w zależności od orientacji bedą się przyciągać lub też odpychać, ale będą też chciały się obrócić – tak, aby różnoimienne bieguny znajdowały się jak najbliżej siebie. Tak siła oddziaływania, jak i moment skręcający są funkcją wzajemnej odległości oraz ich wzajemnej orientacji.

Jak wykazały pomiary, siła dążąca do zmiany odległości między igłami maleje z czwartą potęgą odległości, zaś moment skręcający usiłujący zmienić ich orientację maleje z trzecią potęgą odległości. Pomiary przeprowadzane na magnesach pozwoliły rozszyfrować postać matematycznych formuł opisujących tak siły, jak i działające pomiędzy nimi momenty skręcające. Formuły te nie są już tak proste, jak formuła Coulomba i nie będziemy ich tu przytaczać. Należy jedynie wiedzieć, że w szczególnym przypadku, kiedy dwie igły są zorientowane równolegle i są prostopadłe do łączącego je odcinka wyrażenie na siłę ma postać:



$$\mathcal{F}_m = \pm \frac{\mu_1 \mu_2}{r^4},$$

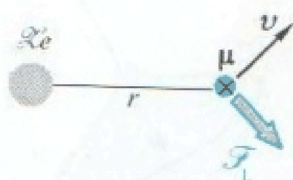


Oddziaływanie magnetyczne dwu elektronów (protonów).

gdzie μ określa magnetyzm danej igły, przy czym znak plus odnosi się do równoległej orientacji igieł, zaś znak minus do anty-równoległej orientacji.

I jeszcze jedna własność – siła Lorentza. Zapewne wśród czytających są tacy, co wiedzą, że cząstka naładowana przebiegająca w pobliżu magnesu zmienia kierunek swego lotu. Taki sam efekt można uzyskać zamieniając sztabkę magnesu cewką z płynącym w niej prądem. Zjawisko to było i jest dość powszechnie wykorzystywane w lampie kineskopowej telewizora, czy monitora współpracującego z komputerem, gdzie ruchem świecącego punktu na ekranie pochodzącego od padających tam elektronów steruje się za pomocą cewek z prądem. Zjawisko to ma swoje początki w doświadczeniach Ampera, który pierwszy zauważył, że przewodniki z prądem mogą się przyciągać bądź też odpychać. Faraday interpretując tego typy eksperymenty wprowadził pojęcie pola magnetycznego, które towarzyszy poruszającym się ładunkom elektrycznym i odzwierciedla ich obecność w rozważanej przestrzeni. Wykazał on, że siła oddziaływania pomiędzy magnesem i ładunkiem elektrycznym zależy od względnej prędkości obu obiektów, a uczony holenderski H.A.Lorentz podał matematyczną formułę opisującą tą siłę. Tak, więc na elektron poruszający się w polu elektrycznym jądra działają dwie siły: siła Coulomba i siła Lorentza.

W szczególnym przypadku, kiedy oś elektronu jest zorientowana prostopadle do wektora prędkości, a atomowe jądro leży w jego płaszczyźnie równikowej, to formuła na siłę Lorentza ma postać:



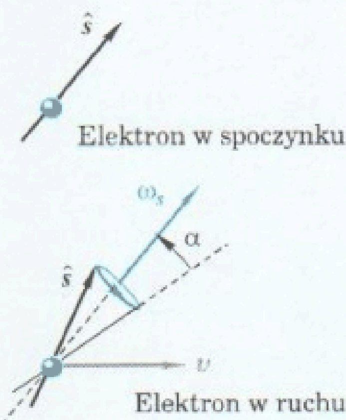
Siła Lorentza.

$$\mathcal{F}_L = \frac{v}{c} \frac{\mathcal{Z} e \mu}{r^3},$$

gdzie μ to moment magnetyczny elektronu, a $\mathcal{Z}e$ to ładunek elektryczny jądra. Ponieważ siła Lorentza maleje wraz z odległością znacznie szybciej niż siła Coulomba, to jej wpływ na ruch elektronu ogranicza się do niewielkich odległości od jądra. Porównując obie siły dochodzimy do wniosku, że pole magnetyczne ma istotny wpływ na ruch elektronu w polu jądra, jeżeli znajdą się one na odległości rzędu 10^{-10} cm.

Elektron (proton) nie chodzi a tańczy – i to tańczy walca ! Z chwilą kiedy elektronowi przypisaliśmy oś, powstał problem – jak zachowuje się oś elektronu kiedy ten swobodnie przemieszcza się w przestrzeni ? Fizycy lat trzydziestych przyjęli, że przy przemieszczeniach w przestrzeni oś elektronu pozostaje sztywno zorientowana w przestrzeni. I to był błąd ! Błąd o dalekosiężnych konsekwencjach, jako że w ten sposób zamknięto sobie drogę do przezwyciężenia falowo-korpuskularnego dylematu powstałego na tle odkrycia de Broglie'a, mówiącego o falowych własnościach elektronu. A dylemat ten rozwiązywało założenie, że *przemieszczeniom elektronu towarzyszy ruch precesyjny jego osi spinowej o prędkości kątowej ω_s równej jego energii kinetycznej E, podzielonej przez połowę h:*

$$\omega_s = \frac{2}{\hbar}E \qquad \text{gdzie} \qquad \hbar = \frac{1}{2\pi}h \ .$$



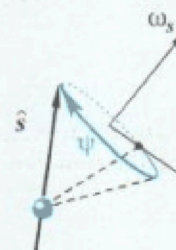
Kąt α – odchylenie spowodowane procesem przyspieszania.

Zapisując powyższą zależność w nieco innej postaci otrzymujemy odgrywającą kluczową rolę w świecie atomu regułę, którą będziemy nazywać regułą translacyjnej precesji:

REGUŁA TRANSLACYJNEJ PRECESJI

$$\frac{\Delta\psi}{\Delta x} = \frac{mv}{\hbar} \ .$$

gdzie $\Delta\psi$ to kąt o jaki się obraca się oś elektronu na drodze Δx. To, że elektron mający własności magnetycznej igły przemieszcza się "tańcząc walca", a nie "chodząc", znajduje swoje odzwierciedlenie w jego, zmieniającym się w takt obrotów, zmiennym polu elektrycznym. Siła pochodząca od tego zmiennego pola jest ogólnie rzecz biorąc znacznie mniejsza niż siła Coulomba działająca na elektron przemieszczający się w polu jądra. Ale to właśnie ta niewielka siła odpowiada za to, że w pewnych sytuacjach obserwujemy pasiaste obrazy na ekranie, a w przypadku elektronu krążącego wokół jądra za to, że jedynie w pewnych szczególnych sytuacjach ruch elektronu może być stacjonarny – to znaczy rozmiary i kształt elektronowej orbity będą wciąż takie same. Innymi słowy, to niewielka składowa zmienna pola elektrycznego precesującego elektronu, którą można identyfikować z polem falowym elektronu, jakiego przez wiele lat poszukiwał de Broglie, stoi za tajemniczym kwantowaniem energii odkrytym przez Plancka.



Długość fali de Broglie'a to odcinek drogi, na jakim oś elektronu wykonuje jeden pełny obrót.

Liczby definiujące cząstkę elementarną. Zgodnie z tym, co powiedzieliśmy powyżej, tak elektron jak i proton to obiekty, które poruszają się zgodnie z zasadami klasycznej dynamiki sformułowanymi przez Newtona i Eulera oraz prawami Coulomba i Lorentza. Ale oczywiście, nie każdy obiekt spełniający te kryteria, to elektron (proton). Aby zidentyfikować obiekt musimy podać wartości współczynników, które go reprezentują w matematycznych formułach opisujących jego własności. Są nimi masa m, ładunek elektryczny e, moment magnetyczny μ i moment kinetyczny h. W przypadku takim, jak elektron czy proton nie było rzeczą prostą te wielkości pomierzyć. Dziś znamy je z wielką dokładnością. Wyrażone w układzie jednostek, gram, centymetr, sekunda, dyna, odpowiednio wynoszą:

	masa	ładunek elektryczny	kręt	moment magnetyczny
ELEKTRON	m	$-e$	$\frac{1}{2}h$	$-\mu$
PROTON	$1836{\cdot}m$	$+e$	$\frac{1}{2}h$	$2.79{\cdot}\mu\ /\ 1836$

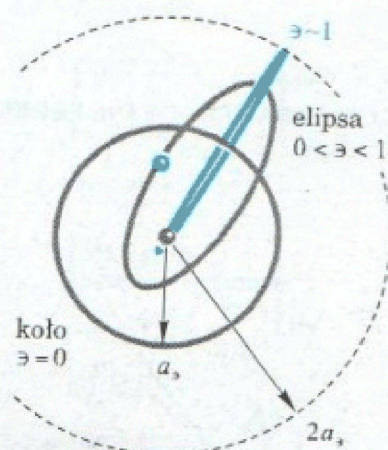
gdzie

$$m = 9.11{\cdot}10^{-28} \ \text{g} ,$$
$$e = 4.80{\cdot}10^{-10} \ \text{dyna}^{\frac{1}{2}}{\cdot}\text{cm} ,$$
$$h = 6.63{\cdot}10^{-27} \ \text{dyna}{\cdot}\text{cm}{\cdot}\text{s} ,$$
$$\mu = 1.18{\cdot}10^{-19} \ \text{dyna}^{\frac{1}{2}}{\cdot}\text{cm}^2 .$$

§2. ATOM WODORU

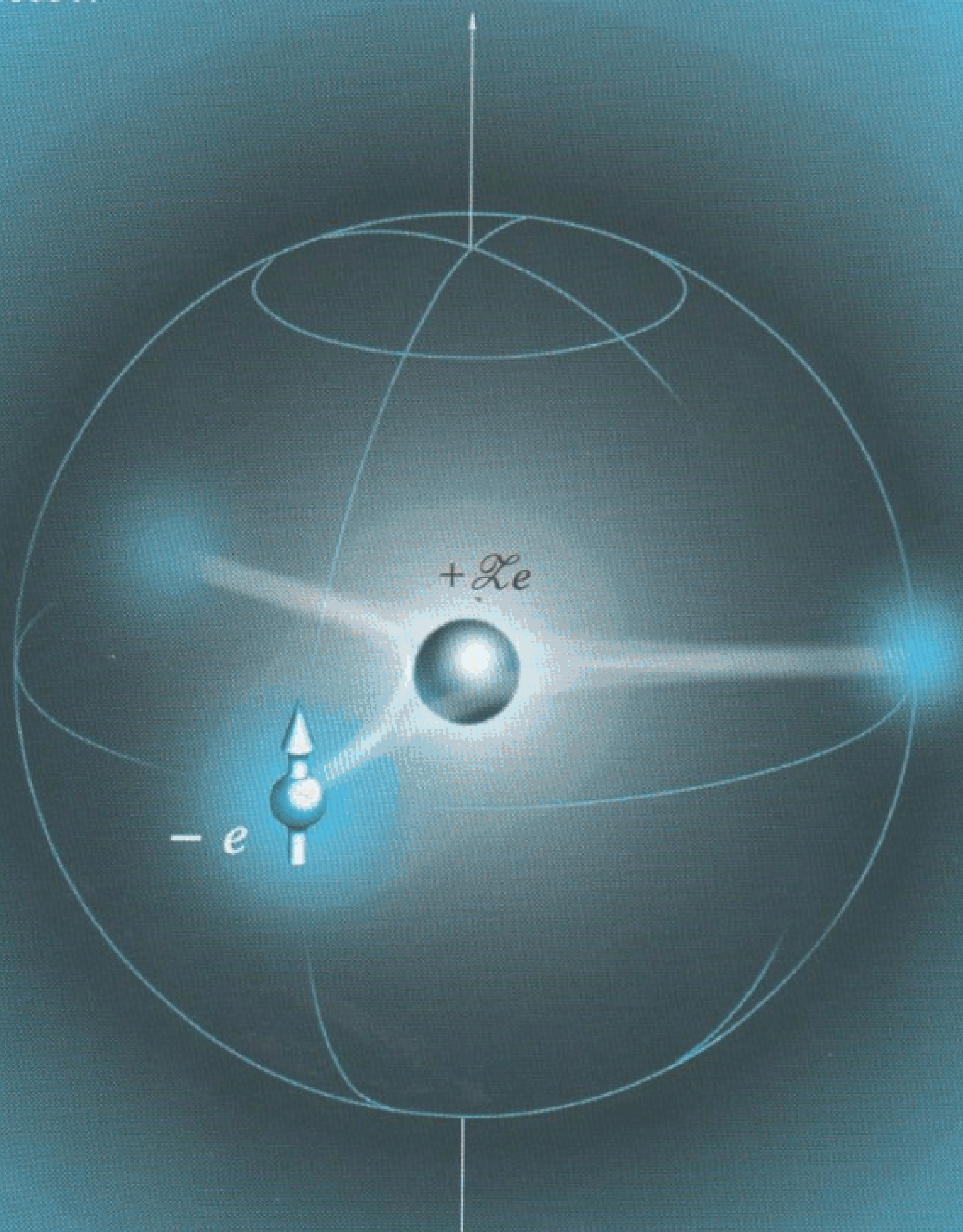
Formalnie rzecz biorąc, atom to pewna ilość protonów i elektronów powiązanych między sobą elektromagnetycznymi siłami – tymi siłami, o jakich mówiliśmy w poprzednim paragrafie. Jeden proton i jeden elektron to najprostszy z atomów – atom wodoru. Ustalenie, jak wygląda ta najmniejsza elektrycznie neutralna cegiełka materii, to klucz do opisu mikroskopowej struktury makroskopowego świata. Jak już wiemy, nie mało kłopotów przysporzyła fizykom ta najprostsza budowla Natury; a więc, najpierw Bohr nieprawidłowo określił kształt elektronowej orbity, a potem mechanika kwantowa zamieniając elektron w tajemniczy obłok funkcji ψ stworzyła całkiem fałszywy obraz atomu. A jak jest naprawdę ? A prawda jest, zaiste, prosta – Bohr miał ją właściwie w swych rękach.

Elektron na trajektorii swobodnego spadku. Elektron i proton powiązane siłą elektrostatycznego przyciągania tworzą razem elektrycznie neutralny obiekt. Z uwagi na ogromną różnicę mas tych dwu cząstek, mamy do czynienia z pozostającym praktycznie w bezruchu protonem i szybko biegającym wokół niego elektronem. Rozwiązując równanie ruchu Newtona dla malejącej z kwadratem odległości siły Coulomba stwierdzamy, że trajektoria, po jakiej porusza się elektron to elipsa. Wielkość i kształt tej elipsy, to dwa o bliżej nieokreślonej wartości parametry tego rozwiązania. Można je wyrazić poprzez dwie inne wielkości, jakimi są: energia wiązania elektronu $\mathscr{W}$ i moment orbitalny elektronu L. Jeżeli na elektron poruszający się w polu elektrycznym atomowego jądra nie działają żadne inne siły, to tak $\mathscr{W}$ jak i L mają stałą wartość. Ich wartość to pamięć czasów, kiedy na elektron działały jeszcze jakieś inne siły, które doprowadziły rozważany układ do takiego właśnie stanu. *W przypadku atomu w stanie podstawowym wielkość i kształt elektronowej orbity, to końcowy etap ewolucji określonej procesem promieniowania.* Niestety, mechanizm promieniowania wciąż jest nam nieznany i na drodze teoretycznej, ani wartości $\mathscr{W}$, ani wartości L obliczać nie potrafimy. Potrafimy jednak je pomierzyć. Możemy to zrobić dwojako: bądź to w oparciu o spektroskopię, bądź też o fizykę zderzeń atomowych. Pomiar potencjału jonizacji $\mathscr{I}_H$ określającego energię wiązania $\mathscr{W}$, a więc i wielkość dużej osi elipsy był sprawą prostą i nie budził nigdy żadnych kontrowersji. Komplikacje się pojawiły przy określeniu wartości momentu pędu L decydującego o kształcie eliptycznej orbity. Bohr, jak wiemy przyjął, na wzór planet poruszających się wokół słońca, że moment pędu jest maksymalny, a więc, że orbita ma postać koła. Tymczasem analiza teoretyczna wyników, jakie dostarczyły zderzenia atomowe (mówiliśmy już o nich w rozdziale 2, a ścisły dowód w tej sprawie, patrz rozdział 4, §1), nie pozostawiła miejsca na żadne wątpliwości: moment pędu równa się zeru. *To znaczy elektron porusza się w kierunku jądra wzdłuż trajektorii swobodnego spadku w kierunku jądra.*



Trajektorią cząstki przyciąganej przez nieruchome centrum z siłą malejącą z kwadratem odległości jest elipsa. Wprowadzając do równania Newtona dodatkowe niewielkie siły możemy uzyskać efekt powolnej ewolucji eliptycznej orbity. Przy siłach okresowo zmiennych orbita może być stacjonarna tylko w pewnych szczególnych sytuacjach. Zbiór orbit stacjonarnych określonych przez siły towarzyszące translacyjnej precesji osi spinowej elektronu, to zbiór określony warunkami kwantowymi Bohra.

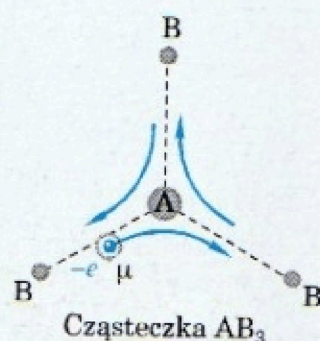
Spin elektronu wyznacza kształt atomu. Odpowiedź na to, co się dzieje z elektronem pędzącym wprost na jądro można było dać dopiero w 1928 roku po odkryciu Goudsmitha i Uhlenbecka, kiedy to okazało się, że elektron ma własności namagnesowanego bąka. Pole magnetyczne sprawia, że podążający na jądro elektron mija je, aby znów się oddalić aż do całkowitego wytracenia szybkości. Generalnie rzecz biorąc, podążający na jądro elektron po zawróceniu przez pole magnetyczne oddalać się może w najrozmaitszych kierunkach. *W szczególnym jednak przypadku, kiedy oś spinowa jest prostopadła do jego prędkości, elektron po trzech obiciach od jądra wraca w położenie wyjściowe i trajektoria zamyka się.* Ten właśnie przypadek, pokazany na stronie następnej, to atom wodoru w stanie podstawowym.



Atom wodoru - budząca podziw konstrukcja Natury,
punkt wyjścia do rozważań o budowie otaczającego nas świata.

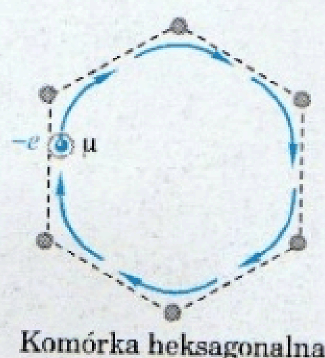
§3. SPIN (KRĘT) ELEKTRONU – ŹRÓDŁO SYMETRII W PRZYRODZIE

Kręt elektronu – system sterujący ruchem. Zgodnie z tym, co powiedzieliśmy powyżej, w obecności pola magnetycznego na poruszający się w kierunku jądra elektron działa skierowana prostopadle do jego prędkości siła Lorentza. Zmienia ona kierunek ruchu tak, że ten w odległości rzędu 10^{-11} centymetra mija jądro. Tak, więc jakkolwiek zdecydowanie większa część trajektorii elektronu określona jest poprzez siłę Coulomba, to w kluczowym miejscu tej trajektorii znajduje się magnetyczna zwrotnica kierująca w obrębie atomu jego ruchem. W ten to sposób, *pozornie odgrywający niewielką rolę kręt elektronu urósł do rangi czynnika decydującego o budowie przestrzennej atomu.* W szczególnej sytuacji, kiedy oś elektronu jest prostopadła do radialnie poruszającego się elektronu tor jest płaski, a elektron odbija się od jądra *dokładnie pod kątem 120° – i to niezależnie od ładunku jądra !* Po trzykrotnym, więc odbiciu elektronu od jądra, trajektoria zamyka się.



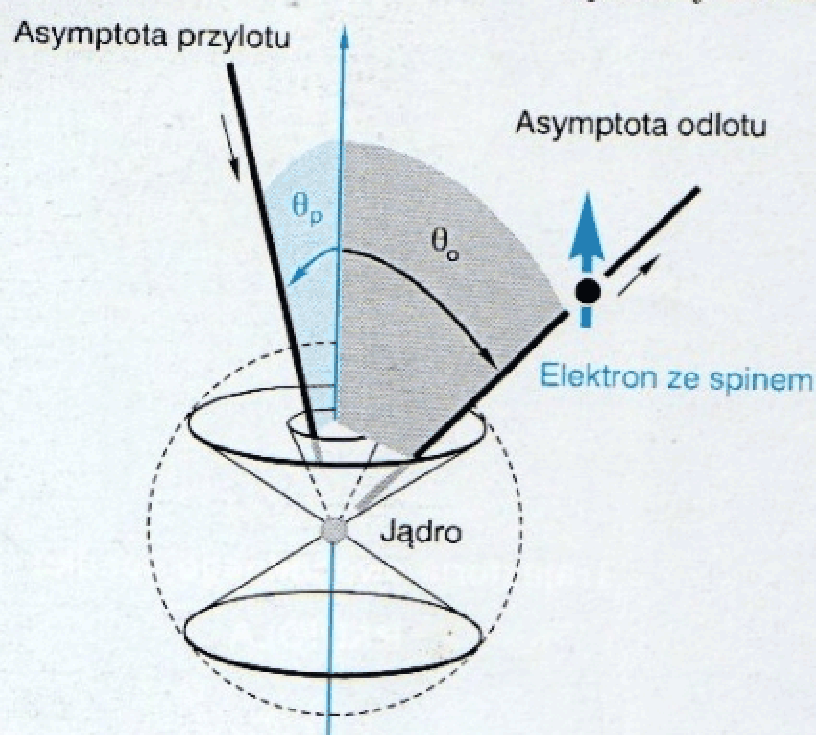
Cząsteczka AB_3

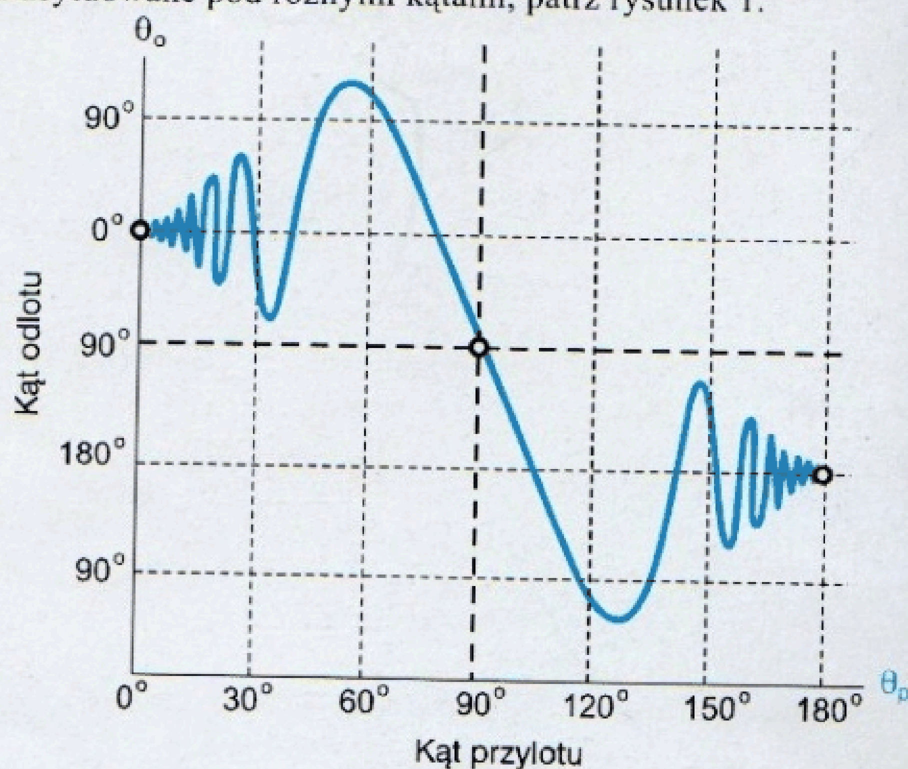
Jest rzeczą intuicyjnie oczywistą, że w przypadku *trójramiennej orbity*, z jaką mamy do czynienia w przypadku atomu wodoru, trzy asymptoty tej orbity będą wyznaczać kierunki, w których centralnie usytuowane jądro może mieć swoich sąsiadów. Stąd już o krok do stwierdzenia, że występująca w naturze heksagonalna sieć krystaliczna wywodzi się z elektronu krążącego po narożach sześciokąta w wierzchołkach, którego znajdują się atomowe jądra – tak jak to pokazuje zamieszczona obok grafika.



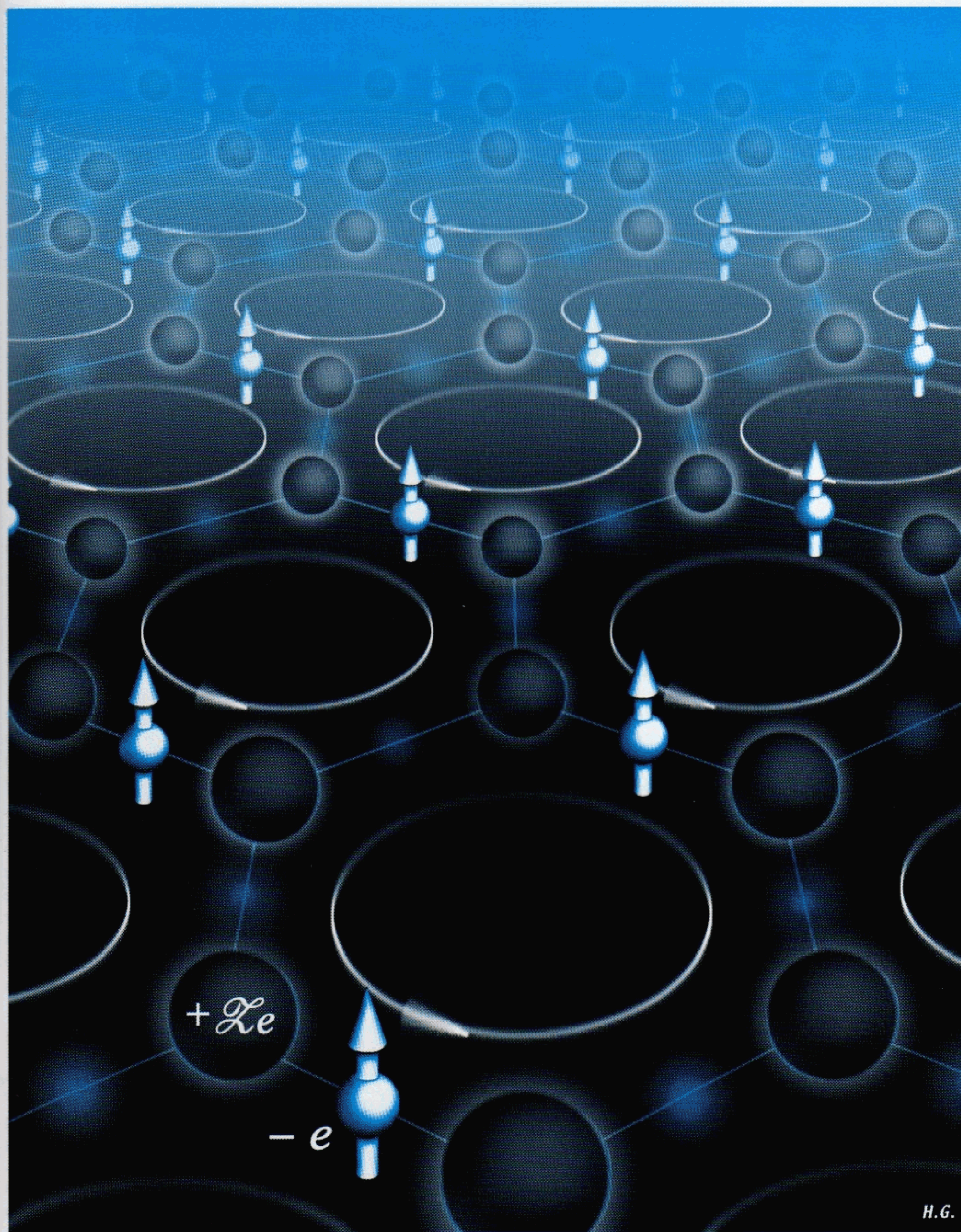
Komórka heksagonalna

Elektron na tetraedrycznej orbicie. Rozpatrzony przypadek ruchu płaskiego, kiedy elektron porusza się wzdłuż boków sześciokąta, to jedna z wielu możliwości ruchu cyklicznego elektronów sieci krystalicznej ciała stałego. Ale trójramienna orbita, to jedynie jedna z wielu możliwości, jakie kryją się za niezmiernym bogactwem rozwiązań opisujących radialnie (prawie radialnie) poruszającego się elektronu. I tak, kiedy jądro w stosunku do podążającego na nie elektronu nie leży w płaszczyźnie równikowej elektronu, to generalnie rzecz biorąc, dwie asymptoty: asymptota przylotu, po jakiej elektron zbliża się do jądra i asymptota odlotu, po jakiej od niego się oddala, są w stosunku do osi spinowej elektronu usytuowane pod różnymi kątami, patrz rysunek 1.



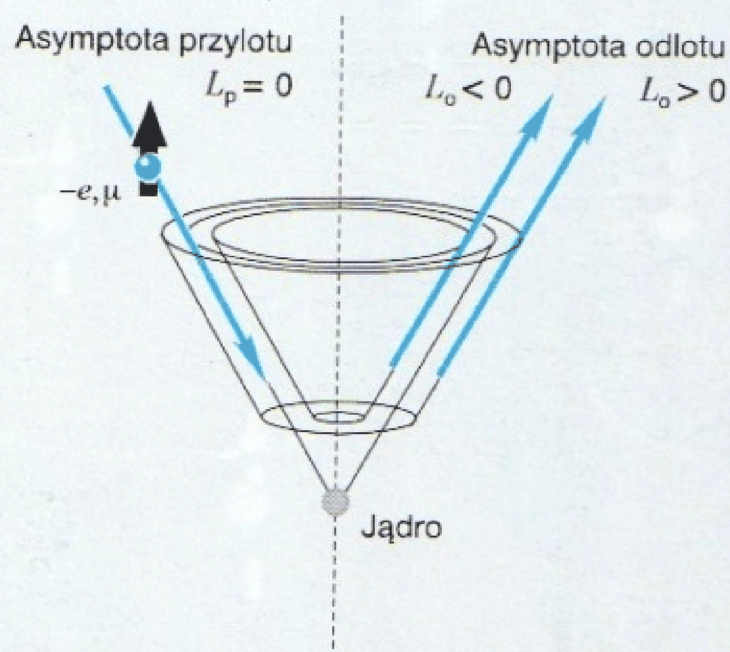


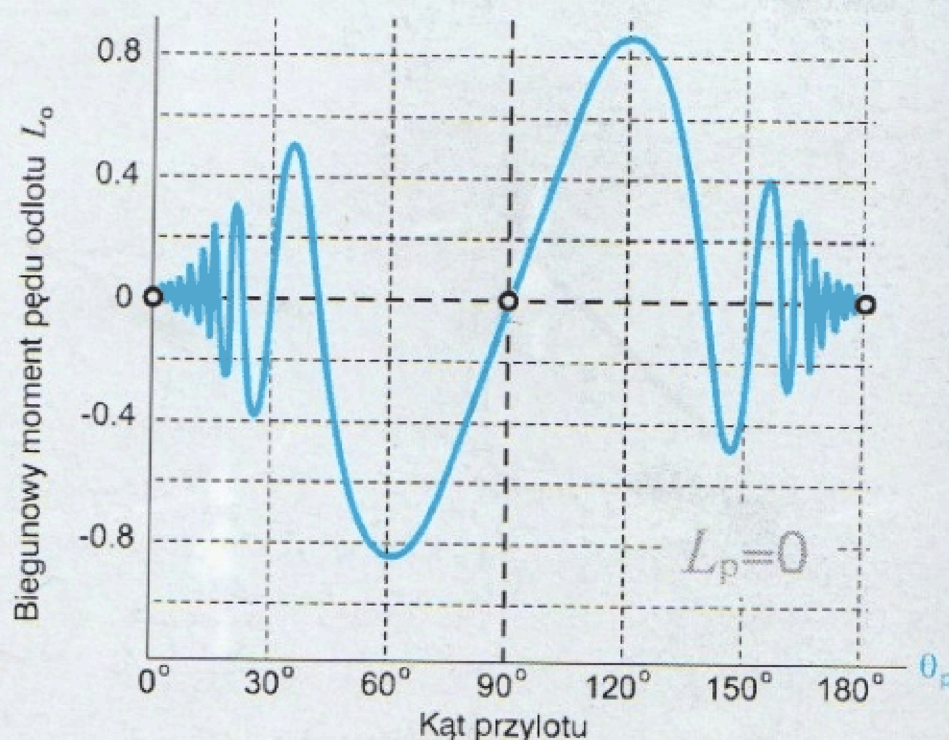
Rys.1. Wyniki numerycznych obliczeń rozpraszania elektronu swobodnie spadającego na jądro w odniesieniu do kierunku wyznaczonego przez niezmiennie zorientowaną w przestrzeni oś spinową elektronu. Ogólnie rzecz biorąc, asymptota, po jakiej elektron zbliża się do jądra (asymptota przylotu) i asymptota, po jakiej rozproszony elektron oddala się od jądra (asymptota odlotu) są nachylone pod różnymi kątami względem osi atomu określonej przez kierunek osi elektronu. Dla pewnych szczególnych jedynie wartości kąta θ_p (asymptota przylotu) obie asymptoty leżą na tym samym stożku, to znaczy $\theta_p = \theta_o$. Aby jednak przy spełnieniu tego warunku trajektoria była zamknięta, wartość azymutalnego kąta rozpraszania musi być ułamkiem liczb całkowitych.



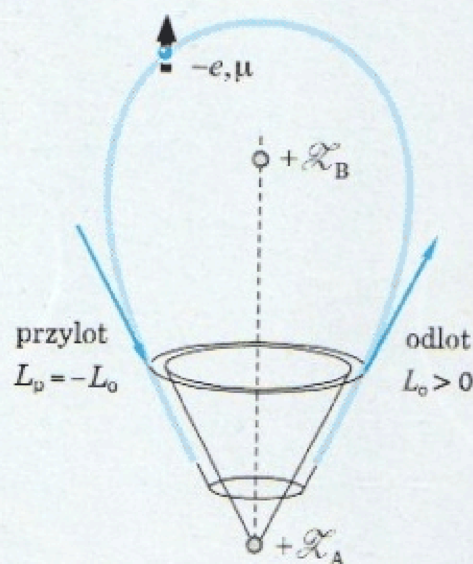
Elektronowy szkielet sieci krystalicznej ciała stałego.
Idealny synchronizm ruchu w całym krysztale.

Znajomość względnej orientacji asymptoty odlotu w stosunku do asymptoty przylotu nie stanowi jeszcze pełnej charakterystyki magnetycznego odbicia elektronu od jądra. A to z tego tytułu, że z uwagi na niecentralny charakter siły Lorentza, takiemu odbiciu z reguły towarzyszy pewna zmiana momentu pędu. Oznacza to, że podążający do jądra z zerowym momentem pędu elektron, uchodzi po odbiciu od niego z momentem różnym od zera, co jest równoważne temu, że asymptota odlotu nie leży już na tej samej powierzchni stożkowej, co asymptota przylotu, patrz rysunek 2.





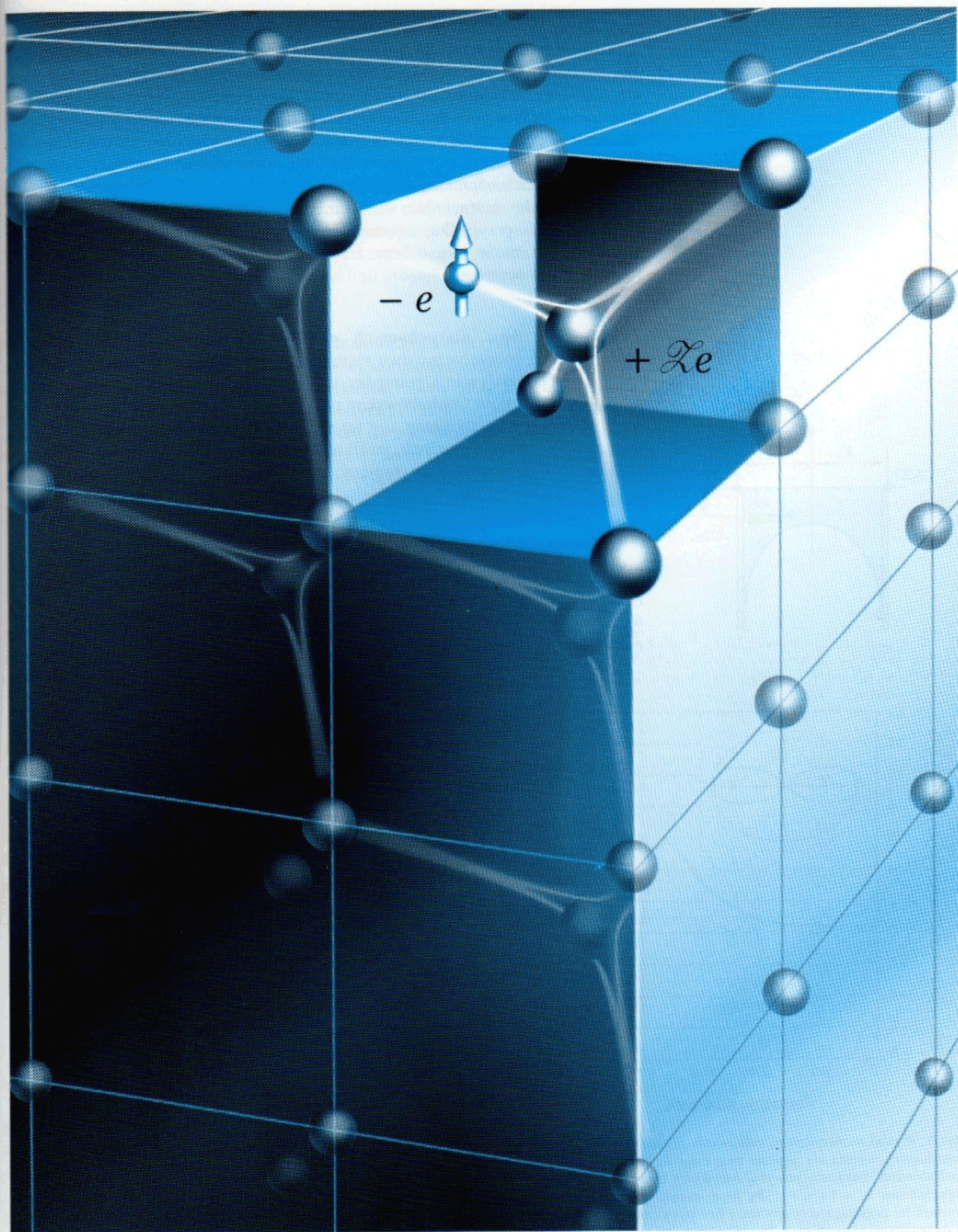
Rys.2. Rysunek ukazuje specyfikę rozpraszania poprzez niecentralne siły magnetyczne. Przy rozpraszaniu nie jest ogólnie zachowany moment pędu L, innymi słowy elektron swobodnie "spadający" na jądro podąża wzdłuż asymptoty dokładnie przechodzącej przez jądro, a po rozproszeniu, ogólnie rzecz biorąc asymptota jego ruchu jest przesunięta w stosunku do jądra.



Aby, więc trajektoria elektronu mogła być zamknięta, asymptota przylotu i asymptota odlotu muszą leżeć na tym samym stożku. Spełnienie tego warunku jest możliwe tylko pod obecność pól zewnętrznych. W takim przypadku trajektoria elektronu może zamknąć się nawet przy niezerowej wartości momentu pędu.

Okazuje się, że najprostsza trajektoria zamknięta, jaka istnieje przy niezerowej wartości momentu pędu, ***to tetraedr.*** A więc, obok trójkąta mamy już drugą podstawową formę przestrzenną stereochemii biorącą początek we własnościach spinowych elektronu. W tym przypadku, elektron biegający wzdłuż czterech, przecinających się pod kątem 109°, radialnie usytuowanych asymptot, wpisuje się w podstawową metrykę przestrzeni, jaką jest przestrzennie centrowana forma kubiczna – punkty zwrotne orbity elektronowej leżą wówczas w czterech wierzchołkach sześcianu – patrz grafika obok.

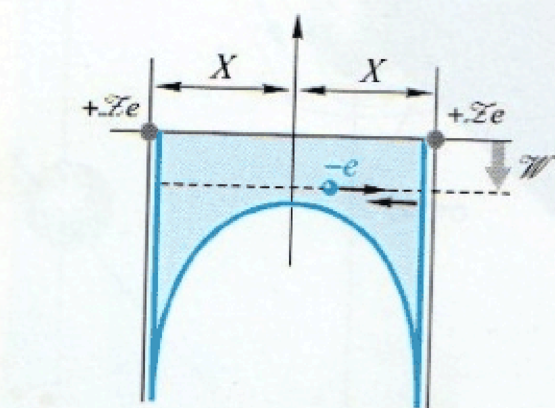
Tak, więc nie ma wątpliwości, dotarliśmy do źródła symetrii w przyrodzie. ***Względne usytuowanie atomów w związkach chemicznych określa spin elektronu, który w kluczowym miejscu trajektorii, które wyznacza jądro atomu przejmuje kontrolę nad jego ruchem.*** Znajdujące się w węzłach sieci krystalicznej jądra atomów są miejscem krzyżowania się dróg elektronów określających formę przestrzenną ciała stałego. Fakt, że zamknięta orbita elektronu może mieć różną postać, raz może to być trójkąt, a raz na przykład tetraedr, a więc ten sam atom w związkach chemicznych może występować różną postacią to zjawisko chemikom znane, kryjące się za wprowadzoną przez L.Paulinga nazwą: ***hybrydyzacja.***



Przestrzennie centrowana sieć kubiczna oparta
na najprostrzej przestrzennej trajektorii swobodnego spadku.

§4. ELEKTRONOWY SZKIELET CIAŁA STAŁEGO.

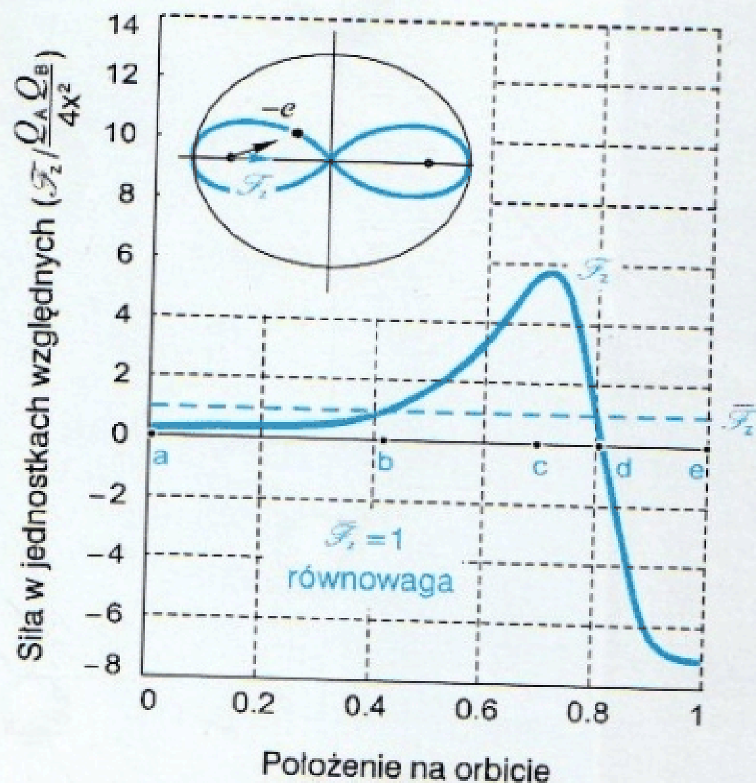
To, że budowę podstawowego elementu mikroskopowego świata, jakim jest atom wodoru, można opisać na podstawie równań klasycznej dynamiki i to, że elektron w stanie podstawowym porusza się w stosunku do jądra z zerowym momentem pędu (podąża wprost na jądro) to baza dla wszelkich rozważań o łączeniu się atomów w mniej lub bardziej rozbudowane cząsteczki. Atomowe jądra, w krótkich odcinkach czasu, z uwagi na znaczną różnicę mas, mogą być traktowane jako nieruchome w stosunku do szybko biegającego w ich polu elektronu. W przypadku cząstek dwuatomowych podstawą do rozważań teoretycznych może być dobrze znane z mechaniki nieba zagadnienie dwu nieruchomych centrów.

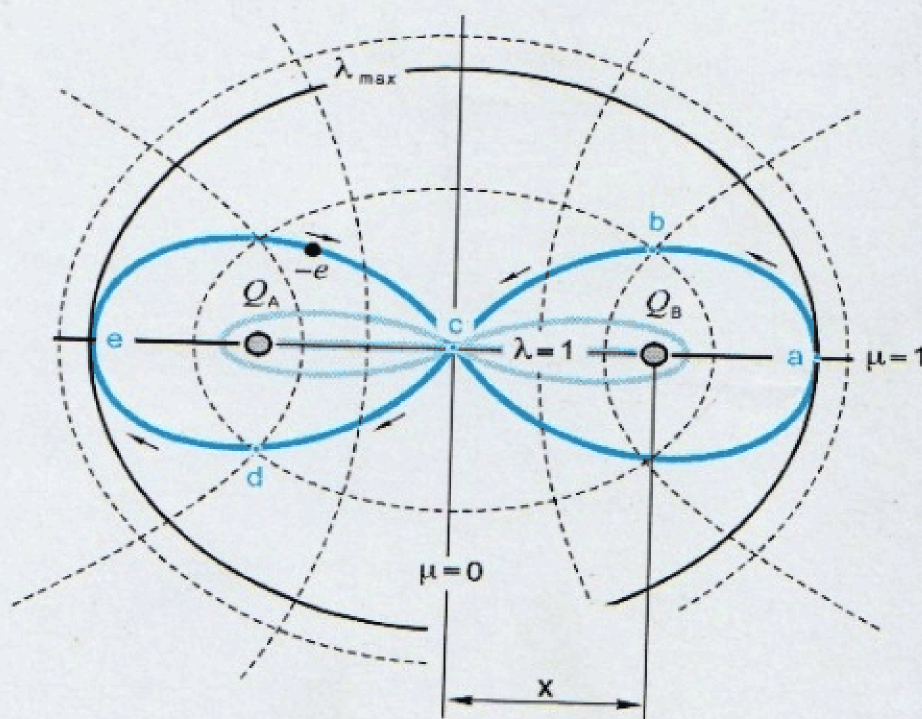


Zagadnienie dwu nieruchomych centrów. Dwa podstawowe parametry opisujące stan energetyczny dwu nieruchomo spoczywających jąder i elektronu to: energia oddziaływania pomiędzy jądrami, $(\mathcal{Z}e/2X)^2$, oraz energia wiązania elektronu $\mathcal{W}$, w polu Coulmbowskim tych jąder. O tym, czy rozpatrywany układ może utworzyć stan związany, czy też nie, decyduje stosunek tych energii. I tak, stan związany będzie możliwy, jeżeli wartość bezwymiarowego parametru w_{mol}, zdefiniowanego w sposób następujący:

$$w_{mol} = \frac{\mathcal{W} X}{2\mathcal{Z} e^2}\,, \qquad \text{def. } w_{mol}$$

będzie mniejsza od jedności. Z pośród wielu możliwych rozwiązań opisujących ruch elektronu w stanie związanym, dla $w_{mol} < 1$, na pierwszy plan, w rozważaniach dotyczących natury wiązania chemicznego, wysuwa się orbita pokazana na rysunku 3.





Rys.3. Wyniki numerycznego całkowania równań ruchu dla elektronu poruszającego się w polu nieruchomych jąder. Dyskretny zbiór trajektorii zamkniętych wyraża się poprzez dwa ciągi liczb całkowitych: n_λ = 1, 2, 3 ... i n_μ = 1, 2, 3 ... Im wyższy wskaźnik tym trajektoria bardziej rozbudowana. Pokazana powyżej ósemkowa pętla to najprostsza z możliwych, symetrycznych względem obu jąder trajektoria, Opisuje się ona wskaźnikami: n_λ = 1 i n_μ = 1. Po lewej stronie rysunku pokazana jest składowa z-owa siły oddziaływania pomiędzy jądrem a elektronem. Średnia wartość tej przyciągającej siły musi być równa sile odpychającej działającej pomiędzy jądrami, aby układ mógł pozostawać nieskończenie długo w dynamicznej równowadze. Ta równowaga jest możliwy tylko dla jednej, jedynej orbity mającej ściśle określony kształt.

Doniosłość tej ósemkowej orbity polega na tym, że, kiedy jej poprzeczny wymiar zdąża do zera, to w granicy przechodzi ona w dwu-centrową trajektorię swobodnego spadku – analog trajektorii swobodnego spadku w atomie wodoru. Rozważania możemy, więc prosto zawęzić do jednego wymiaru. A tak zawężony problem, z elektronem poruszającym się ruchem wahadłowym od jednego jądra do drugiego jądra, daje się już, nawet przy skończonej masie atomowych jąder, analitycznie rozwiązać. To analityczne rozwiązanie pozwalające opisać powolne ewolucje układu, to punkt wyjścia do zrozumienia i ilościowego opisania podstawowych własności ciała stałego. W tej sytuacji, starając się zgłębić tajniki chemii, warto parę słów poświęcić temu najprostszemu z możliwych wariantów zagadnienia trzech ciał, jakie reprezentuje kursujący od jądra do jądra po linii prostej elektron.

Od jądra i do jądra – szlak elektronu wiązania kowalencyjnego. Zawężając, więc nasze rozważania o roli elektronu w dynamice wiązania chemicznego do dwu jąder i kursującego pomiędzy nimi elektronu, mamy do czynienia z sytuacją podobną do tej, kiedy pomiędzy dwa masywne bloki z płaskimi ścianami wrzucimy piłkę. Odbijająca się od ścian piłka chce je rozsunąć. Z uwagi na dużą różnicę mas, efekt jest oczywiście znikomy i zanim cokolwiek zaobserwujemy piłka spadnie nam na ziemię, gdyż zawsze jakiś ułamek energii kinetycznej będzie ona tracić wskutek tarcia o powietrze, czy też ulegać rozpraszaniu w fazie odbicia. Gdybyśmy mieli do czynienia z piłką idealną, a taką jest poruszający się pomiędzy jądrami elektron, to bloki te, niezmiernie powoli, ale zaczęłyby się rozsuwać. Gdyby bloki były połączone sprężyną, to proces ich rozsuwania trwałby, aż do momentu, kiedy siła pochodząca od odbijającej się piłki nie zostałaby zrównoważona przez siłę zwrotną rozciąganej sprężyny. W przypadku elektronu poruszającego się pomiędzy jądrami mamy niemalże identyczną sytuację z tym, że rolę sprężyny odgrywa tu siła elektrostatycznego oddziaływania pomiędzy jądrami i elektronem.

Ta duża różnica mas elektronu i jądra pozwala na przybliżone, ale skuteczne rozwiązanie problemu. A więc, najpierw obliczamy jak wygląda ruch elektronu, kiedy jądra atomowe spoczywają, a potem obliczamy, uśredniając po okresie tego ruchu, siłę oddziaływania z każdym z jąder. W ten sposób znalezioną siłę wprowadzamy do równań ruchu dla atomowych jąder, a tak otrzymane równania dają się już analitycznie rozwiązać. Jest rzeczą oczywistą, że *atomowe jądra mogą pozostawać w spoczynku, jeżeli średnia wartość działającej na każde z nich siły jest równa zeru.* Okazuje się, że siła ta jest równa zeru tylko dla jednej, jedynej wartości molekularnego parametru w_{mol} . Ta jedna, jedyna wartość w_{mol}, przy $\mathcal{Z}=1$ wynosi:

$$w_{mol} = 0.907 \; .$$

Tak, więc

kursujący wahadłowo pomiędzy dwoma jądrami elektron,
będący ich wspólną własnością, można potraktować jako model wiązania
kowalencyjnego – jednego z najsilniejszych wiązań chemicznych.

Kwantowanie. *Aby nasze dotychczasowe rozważania prowadzone w ramach klasycznej dynamiki, móc odnieść do świata mikroskopowego, należy wziąć pod uwagę straty energii związane z promieniowaniem wahadłowo poruszającego się elektronu.* Reguła translacyjnej precesji, o której mówiliśmy w §1, stwierdza, że elektron nie będzie tracił energii na promieniowanie, jeżeli oś elektronu przy pełnym obiegu orbity będzie wracać w położenie wyjściowe.

Stosując tą regułę do wahadłowo poruszającego się elektronu otrzymujemy zespół wartości na odległość pomiędzy jądrami przy, której elektron nie będzie promieniował:

$$X_n = 0.97 \frac{n^2}{\mathscr{Z}} \text{ Å}, \qquad \text{gdzie } n = 1, 2, 3 \ldots$$

Mając odległość X_n , możemy, w oparciu o definicję molekularnego parametru w_{mol} i jego wartość równowagową, określić dyskretne widmo energii wiązania elektronu w stanach bez-radiacyjnych $\mathscr{W}_n$:

$$\mathscr{W}_n = 0.907 \frac{2\mathscr{Z} e^2}{X_n} = 25.7 \left(\frac{\mathscr{Z}}{n}\right)^2 \text{ eV} .$$

Dla stanu podstawowego molekuły wodoru, a więc dla $n = 1$ i dla $\mathscr{Z} = 1$ otrzymujemy:

$$X_1 = 0.97 \text{ Å} ,$$

$$\mathscr{W}_1 = 25.7 \text{ eV} ,$$

a więc typowe dla większości związków chemicznych wielkości.

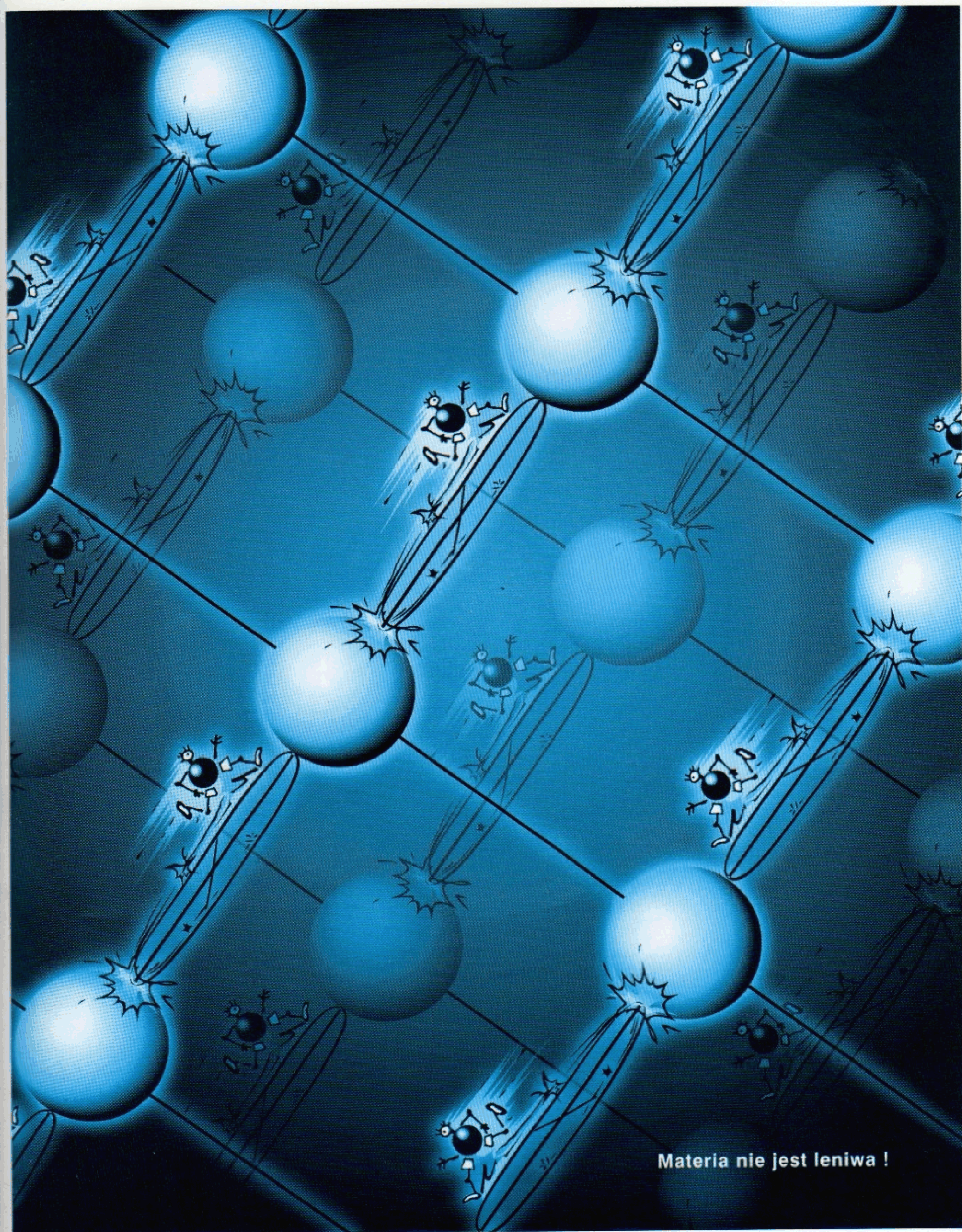
Jednowymiarowy model sieci krystalicznej. Doniosłość przedstawionego powyżej, tego jednowymiarowego rozwiązania polega na tym, że można go prosto uogólnić na nieskończony łańcuch równomiernie usytuowanych atomowych jąder i takiż sam łańcuch synchronicznie poruszających się elektronów, patrz grafika obok, i stworzyć prostą analityczną bazę dla rozważań z zakresu fizyki ciała stałego. Okazuje się, że ruch elektronu jest w pierwszym przybliżeniu określony dwoma najbliższymi jądrami. Wpływ dalej położonych jąder nieskończonego łańcucha na kolektywnie poruszające się elektrony jest niewielki i w pierwszym przybliżeniu sprowadza się do niewielkiej jedynie modyfikacji wartości molekularnego parametru w_{mol} . Przybliżony rachunek daje:

$$w_{mol} = \frac{0.826}{\mathscr{Z}} .$$

Analiza uśrednionych po czasie równań ruchu dla atomowych jąder pokazuje, że układ jest stabilny, a jakakolwiek próba zmiany odległości równowagowej pomiędzy jądrami napotyka na przeciwdziałanie. I w tym to przeciwdziałaniu tkwi istota sprężystości ciała stałego. Zmniejszenie odległości pomiędzy jądrami, to skrócenie czasu przelotu kursującego pomiędzy nimi elektronu, a więc zwiększenie ilości pędu przekazywanego jądru w fazie zawracania. I odwrotnie, zwiększenie odległości pomiędzy jądrami, to zmniejszenie ilości przekazywanego pędu i dominacja siły elektrostatycznego przyciągania. Ta siła zwrotna to nic innego jak znany w fizyce ciała stałego moduł Younga, określający elastyczne własności materiału. Tak, więc

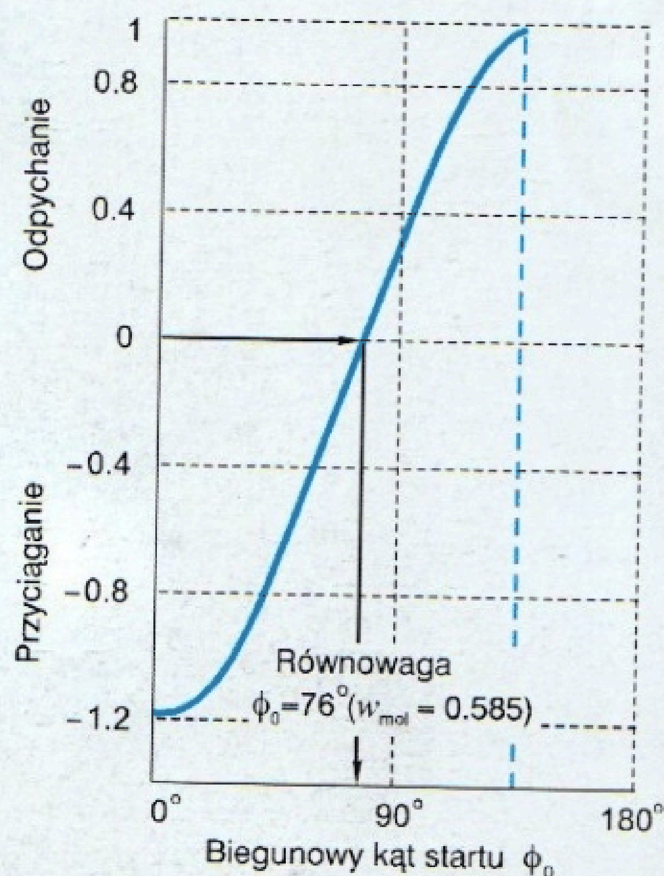
proste rozważania na gruncie klasycznej dynamiki i prawa Coulomba ujawniły mechanizm sprężystości – jednej z podstawowych własności ciała stałego.

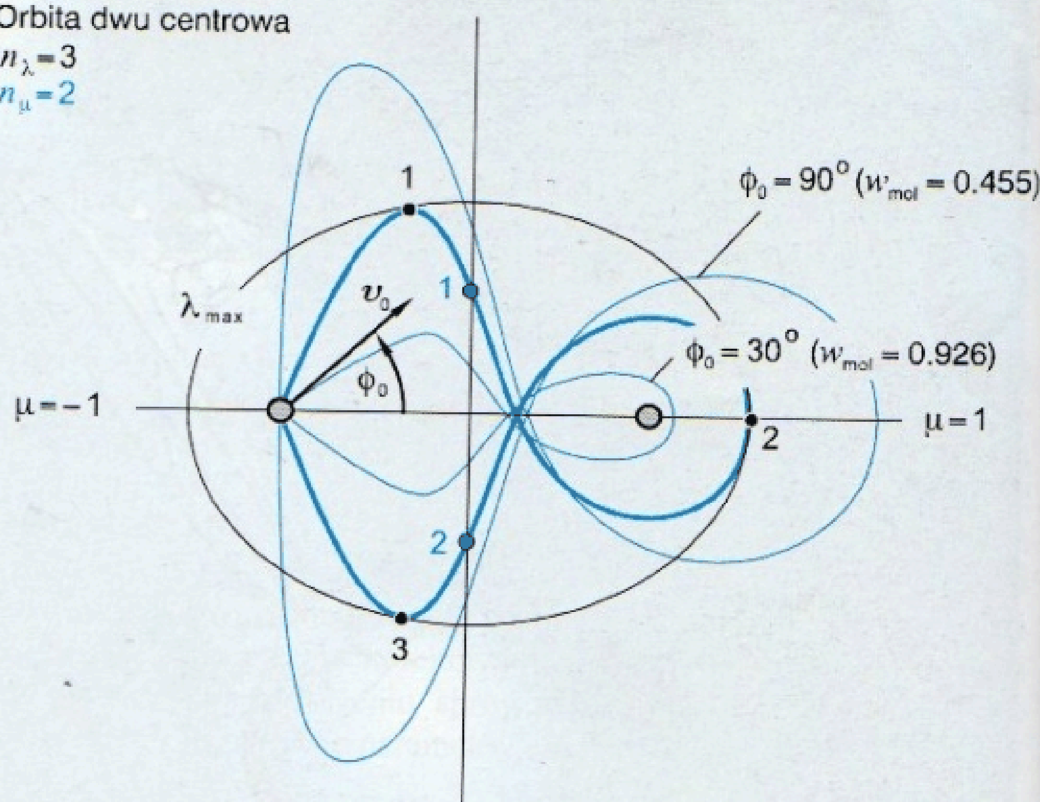
W ten oto sposób, używany prze fizyków ciała stałego "sprężynkowy" model ciała stałego nabrał konkretnego sensu fizycznego – rolę sprężynek spełnia biegający pomiędzy jądrami elektron. Można pokazać, że taki „biegający tam i z powrotem" elektron pozwala ilościowo opisać również i inne własności ciała stałego, takie jak: rozszerzalność termiczną, transport ciepła, czy propagację dźwięku. Jest jednak rzeczą oczywistą, że ten jednowymiarowy model wiązania chemicznego, to dopiero początek długiej drogi do zrozumienia tajemnic świata chemii.



Poruszający się ruchem wahadłowym, od jądra do jądra, elektron to najprostrzy model wiązania chemicznego.

Od jądra i wokół jądra – szlak elektronu wiązania metalicznego. I tak, aby pójść krok dalej w rozważaniach nad dynamiką wiązania chemicznego należało przyjrzeć się możliwości wiązania dwu atomowych jąder w sytuacji, kiedy to elektron startuje pod pewnym kątem do odcinka łączącego oba jądra. Szczegółowa analiza takiego ruchu płaskiego pokazała, że są dwa szczególne typy trajektorii zamkniętych, które w pierwszej kolejności należy mieć na uwadze w swoich rozważaniach. Jeden rodzaj trajektorii, to trajektorie dwu-centrowe, kiedy to elektron porusza się po łuku od jednego jądra do drugiego jądra, w szczególności może to być omawiany już przez nas ruch po linii prostej. Drugi rodzaj trajektorii to trajektorie okrężne, obejmująca drugie jądro, tak jak to jest pokazane na rysunku poniżej.

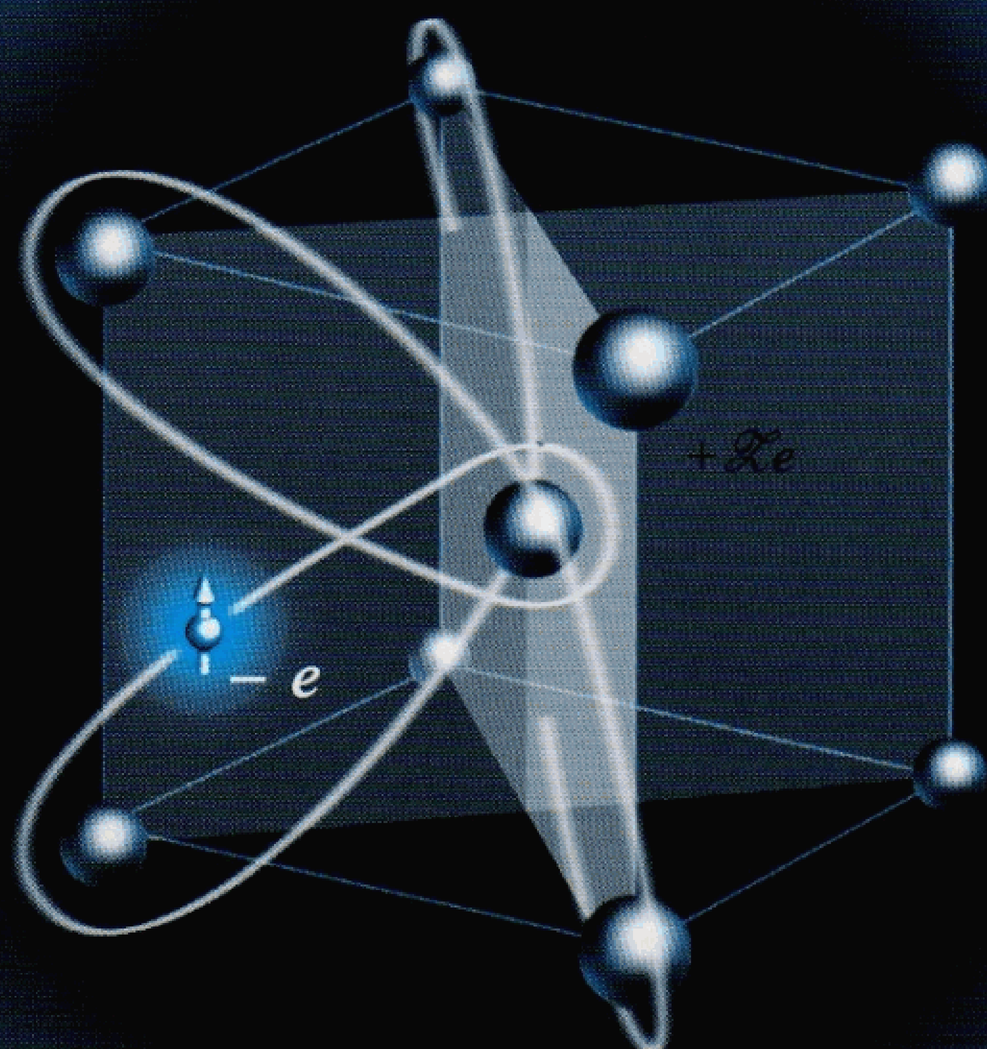




Rys.4. Wyniki numerycznych obliczeń dla elektronu startującego z przyciągającego centrum. Dla określonego kąta startowego ϕ_0 istnieje określona wartość molekularnego parametru w_{mol} , przy której orbita może mieć określony kształt, taki na przykład jak pokazany jest powyżej. Przy jednej i tylko jednej wartości molekularnego parametru w_{mol} siła wypadkowa działająca na jądro jest równa zeru i układ może pozostawać w dynamicznej równowadze nieskończenie długo.

To, co się dzieje w pobliżu jądra określone jest poprzez spinowe pole magnetyczne elektronu. W szczególnym przypadku, jeżeli spinowa oś elektronu jest zorientowana tak, że asymptota trajektorii odlotowej i trajektorii przylotowej, są zorientowane względem osi cząsteczki pod takim samy kątem, i ich wielkość odpowiada równowagowej wartości molekularnego parametru to otrzymamy wysoce realistyczny model wiązania chemicznego. Możemy, więc twierdzić, że ***globalny kształt orbity elektronowej określony jest siłami elektrostatycznymi, ale jej konkretny kształt zależy od warunków brzegowych narzuconych poprzez spinowy magnetyzm elektronu.*** Numeryczne rachunki pokazały, że na bazie pokazanej powyżej jedno-centrowej okrężnej orbity z warunkami brzegowymi narzuconymi poprzez spinowy magnetyzm elektronu oparta jest przestrzennie centrowana sieć kubiczna metali, tak jak to pokazuje zamieszczona obok grafika.

Uogólniając wyniki przeprowadzonych rozważań, ale nie wchodząc w szczegóły możemy sądzić, że orbity dwu-centrowe reprezentują sztywne struktury krystaliczne, typu diament, zaś orbity jedno-centrowe reprezentują struktury kowalne i elastyczne, charakterystyczne dla metali i polimerów.



Orbita elektronu wiążącego typowa dla wiązania metalicznego.



Proces dysocjacji zjonizowanej cząsteczki wodoru.

§5. H_2^+ – ZJONIZOWANA CZĄSTECZKA WODORU

Parametr identyfikujący cząsteczkę. Nasze dotychczasowe półilościowe rozważania nad dynamiką wiązania chemicznego pokazały, że to oddziaływanie elektrostatyczne w pierwszym rzędzie określa kształt trajektorii elektronu wiążącego, a wprowadzony przez nas

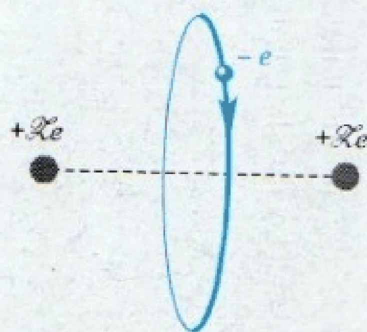
molekularny parametr w_{mol}
jest podstawowym wskaźnikiem identyfikującym dwuatomową cząsteczkę.

W przypadku najprostszej cząsteczki, jaka jest zjonizowana cząsteczka wodoru w skład, której wchodzą dwa protony i elektron, parametr ten można wyliczyć na podstawie danych eksperymentalnych, jakimi są: odległość pomiędzy protonami ($2X_p$), energia dysocjacji molekuły ($\mathscr{U}_{dyss}^{H_2^+}$) i energia wiązania elektronu w atomie wodoru ($\mathscr{I}_H$.) Wychodzą z bilansu energetycznego i biorąc pod uwagę, że $\mathscr{U}_{dyss}^{H_2^+} = 2.79$ eV , $\mathscr{I}_H = 13.6$ eV , oraz $X = a_0$ otrzymujemy:

$$^{H_2^+}w_{mol}^{eksp} \simeq 0.551 \ .$$

Starając się odtworzyć kształt elektronowej trajektorii musimy mieć na uwadze, że teoretyczna wartość molekularnego parametru musi być zgodna z wartością eksperymentalną.

Model atomu, a model cząsteczki. Pierwsze próby w kierunku rozszyfrowania budowy zjonizowanej cząsteczki wodoru, w ramach klasycznej dynamiki zostały podjęte przez Bohra. Niestety, wychodząc z błędnego modelu atomu jego wysiłki musiały się skończyć niepowodzeniem. Istotnie, model cząsteczki z elektronem krążącym w centralnej płaszczyźnie elektronem, zaproponowany przez Bohra, był w jawnej sprzeczności z wieloma obserwacjami. Jeżeli spojrzymy na ten model z perspektywy wprowadzonego przez nas molekularnego parametru, to jego nieadekwatność do rzeczywistości jest ewidentna. Wartość molekularnego parametru, wynikająca z warunku, że siła przyciągania poprzez krążący w płaszczyźnie centralnej elektron równa się sile elektrostatycznego odpychania działającej pomiędzy protonami wynosi



Model cząsteczki H_2^+ rozważany przez Bohra.

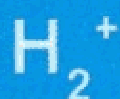
$$w_{mol}^{Bohr} = 0.450 \ .$$

Jest to wartość zasadniczo różna od wartości eksperymentalnej: $w_{mol}^{eksp} = 0.551$.

Po zauważeniu błędu popełnionego przez Bohra w stosunku do atomu wodoru było rzeczą oczywistą, że na problem zjonizowanej molekuły wodoru należy spojrzeć od nowa. I tak mając na uwadze, że orbitalny moment pędu elektronu w atomie wodoru jest równy zeru jasnym się stało, że orbity wiążącej w cząsteczce wodoru należy poszukiwać wśród orbit o zerowej wartości orbitalnego momentu pędu. Posuwając analogię jeszcze o krok dalej, ograniczono poszukiwania do trajektorii, kiedy to elektron ma w punkcie zwrotnym szybkość równą zeru – to znaczy elektron w pewnym momencie zatrzymuje się. Najprostsza trajektoria znaleziona na drodze numerycznego całkowania równań ruchu, przy której dwa jądra nogą pozostawać w dynamicznej równowadze, to trajektoria pokazana obok. W tym przypadku obliczona wartość molekularnego parametru pozostaje w pełnej zgodności z eksperymentem:

$$w_{mol}^{teor} \simeq 0.552 \ .$$

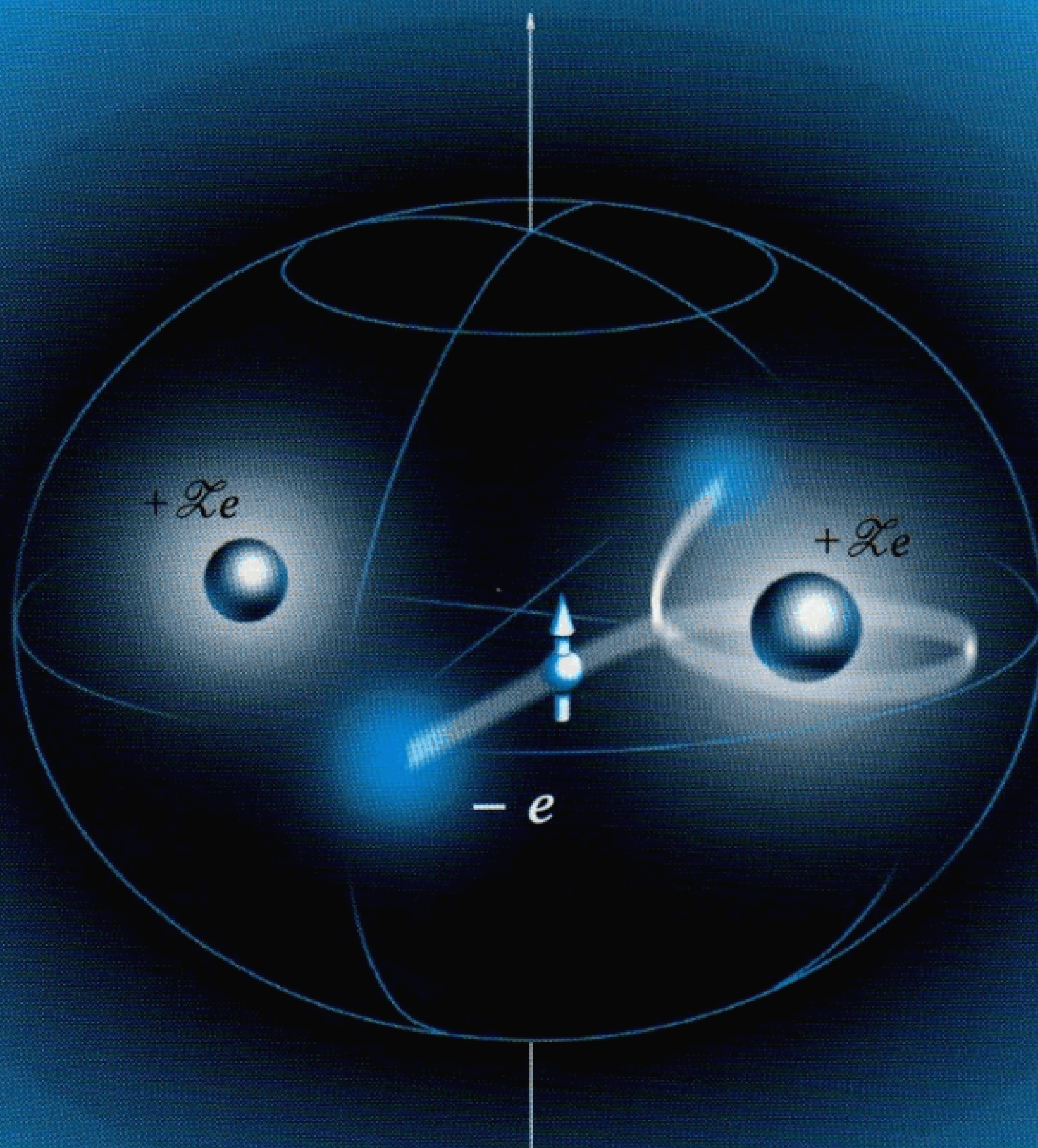
Taka zgodność obliczeń przeprowadzonych w ramach Newtonowskiej dynamiki, przy braku jakichkolwiek parametrów dopasowujących, to argument nie do podważenia, że znalezione rozwiązanie odpowiada realnej rzeczywistości.



zjonizowana cząsteczka wodoru ($\mathcal{Z} = 1$)

molekularny parametr $w_{mol} = \frac{W X}{2 \mathcal{Z} e^2}$

$w_{mol}^{eksp.} = 0.552$



Trajektoria jednocentrowa okrężna

$w_{mol}^{teor.} = 0.551$

Jedno z najbardziej silnych i stabilnych wiązań chemicznych.

§6. ATOM HELU. ELEKTRONY ŁĄCZĄ SIĘ W PARY

To, że elektrony chętnie łączą się w pary wiadomo było fizykom i chemikom od kilkudziesięciu już lat. Niestety próby wyjaśnienia tego faktu w ramach praw fizyki klasycznej kończyły się niepowodzeniem. Podejrzewano, co prawda, że u podstaw tego zjawiska tkwi siła magnetycznego oddziaływania elektronów, ale rachunki nie potwierdzały tych przypuszczeń, jako że energia oddziaływania magnetycznego przy odległości rzędu promienia atomu jest znikomym ułamkiem energii oddziaływania elektrostatycznego. Aby wybrnąć z kłopotliwej sytuacji uznano, że w ramach praw fizyki klasycznej zjawiska wytłumaczyć się nie da i w ramach swobody, jaką dawała mechanika kwantowa założono istnienie bliżej nieokreślonych sił wymiany. W sposób formalny usunięto problem, niczego w zasadzie nie wyjaśniając, jako że matematycznym operacjom z siłami wymiany nie można było przyporządkować żadnego konkretnego obrazu fizycznego.

Energia oddziaływania dwu elektronów:

– elektrostatyczna $\mathcal{U}_{el} = \dfrac{e^2}{d}$,

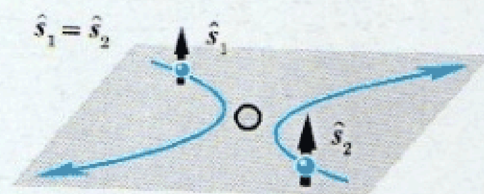
– magnetyczna $\mathcal{U}_m = \dfrac{\mu^2}{d^3}$.

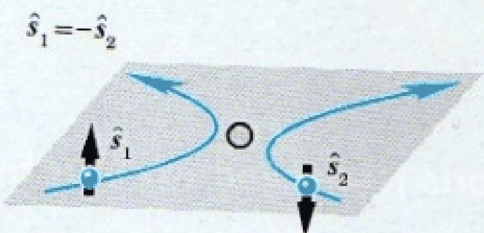
Oddziaływanie magnetyczne – przeoczony aspekt teorii atomu. Zagadka łączenia się elektronów w pary znalazła swoje rozwiązanie w ramach klasycznej dynamiki z chwilą odkrycia, że elektrony w atomie poruszają się promieniście do centralnie usytuowanego jądra. Przy jednoczesnym ruchu elektronów do jądra – z uwagi na to, że energia magnetyczna rośnie szybciej niż energia elektrostatyczna – średnia wartość energii magnetycznej okazuje się być tego samego rzędu, co średnia wartość energii elektrostatycznej. Zgodnie, więc z podstawową zasadą fizyki, traktującą o minimum energii układu, można było postawić tezę:

elektrony w atomie są pogrupowane tak, aby suma ich energii magnetycznej i elektrostatycznej miała minimalną wartość.

W świetle powyższego można twierdzić, że u podstaw słynnej zasady Pauliego, mówiącej o łączeniu się elektronów w pary, tkwi oddziaływanie magnetyczne elektronów.

Atom helu – raczej igła niż kulka ! Najmniejszy atomowy obiekt, gdzie mamy do czynienia z łączeniem się elektronów w pary to atom helu. Aby oba jego elektrony mogły się dostatecznie do siebie zbliżyć, należało założyć – zgodnie zresztą z wnioskami płynącymi z eksperymentów w zakresie zderzeń atomowych – że poruszają się one synchronicznie po identycznych radialnych (prawie radialnych) trajektoriach. Wprowadzając do rozważań własności spinowe elektronu, należało wziąć pod uwagę, że:





stacjonarny ruch dwu elektronów w polu atomowego jądra jest możliwy tylko wtedy, kiedy jest to ruch płaski, a ich spiny są prostopadłe do płaszczyzny ruchu.

Zawężając obszar poszukiwań trajektorii zamkniętych, które mogłyby reprezentować atom helu można było już pokusić się o ostateczne rozwiązanie fascynującej zagadki. Ale tu czekała niespodzianka. Okazało się, że dotarliśmy do obszaru, gdzie pojęcie punktowego elektronu w odniesieniu do jego własności spinowych załamuje się i należało w wyrażeniu opisującego magnetyczne oddziaływanie elektronów uwzględnić żyroskopowy promień elektronu, o którym była mowa w 1-ym paragrafie tego rozdziału. Biorąc ten fakt pod uwagę i znając z pomiarów energię wiązania obu elektronów w atomie helu, można było na drodze numerycznego całkowania równań ruchu określić kształt i rozmiary trajektorii symetrycznie poruszających się elektronów. Jak więc wygląda atom helu w stanie podstawowym, patrz grafika obok.

Atom HELU

$\mathscr{Z} = 2$

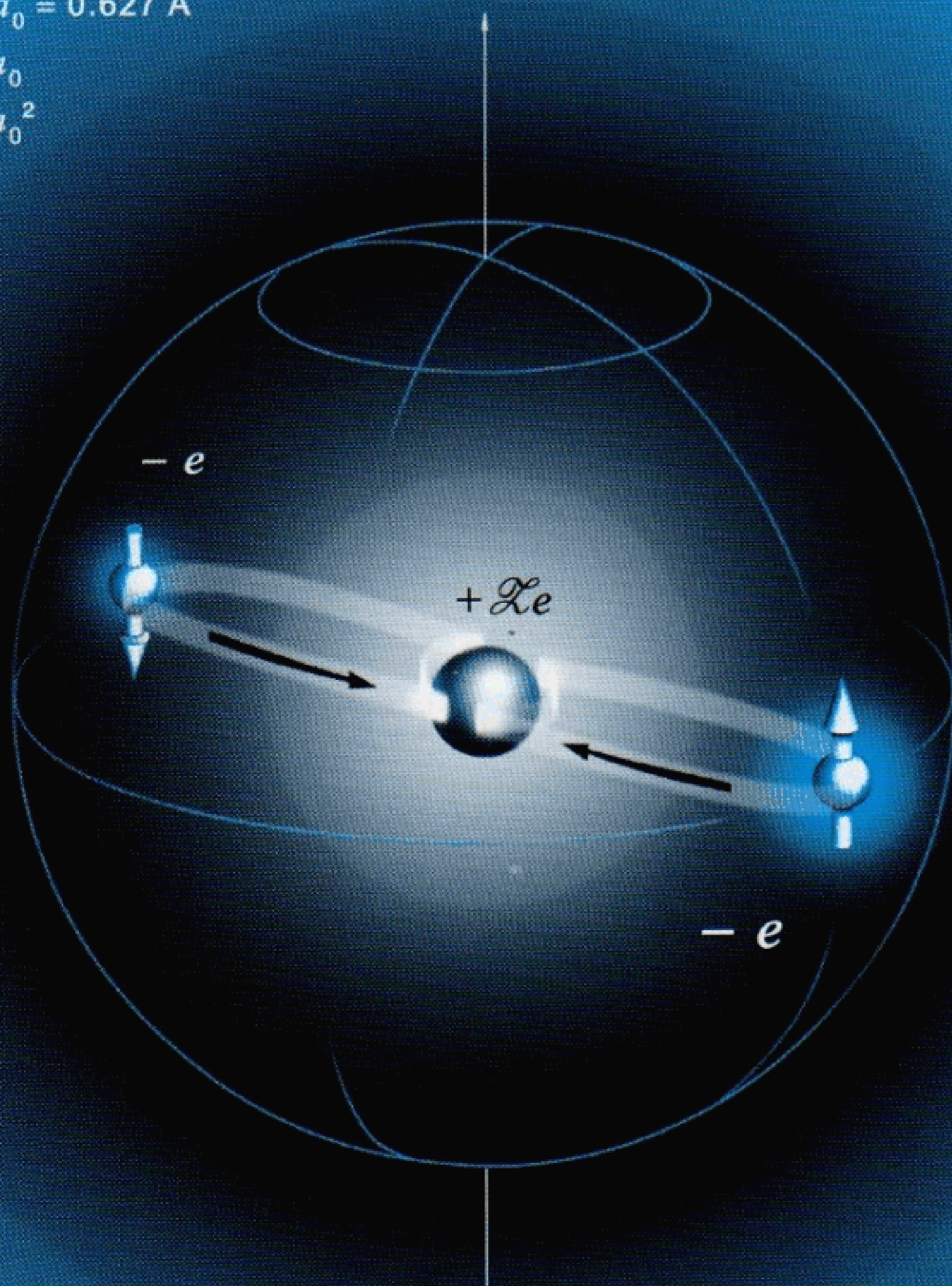
He – Helium

$r_{He} = 1.18 \cdot a_0 = 0.627\ \mathring{A}$

$\tilde{Q}_1 = 0.16\ e\ a_0$

$Q_2 = 1.72\ e\ a_0^2$

$\omega = 2.84\ \omega_0$



Potencjał elektryczny atomu:

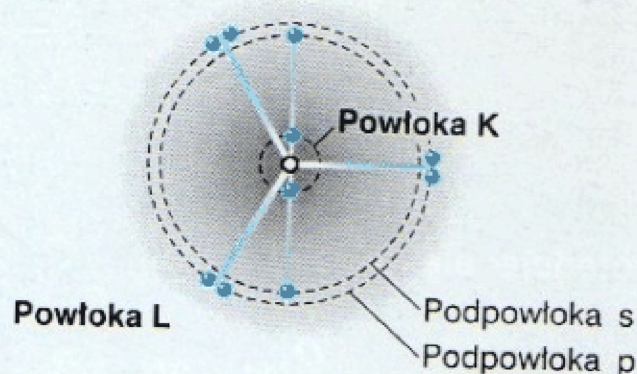
$$\varphi = \frac{\tilde{Q}_1}{r^2}(\hat{s}_a \cdot \hat{r}) \cos\omega t + \frac{Q_2}{r^3}[1 - 3(\hat{s}_b \cdot \hat{r})^2]$$

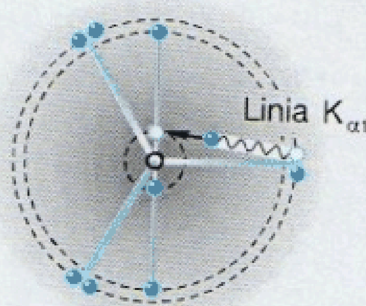
Hel - unikalny obiekt atomowego świata, którego budowę określa magnetyczne oddziaływanie dwu przeciwnie zorientowanych elektronów.

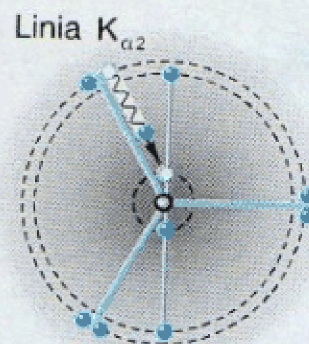
Tu oczywiście można postawić pytanie: czy aby na pewno wyniki obliczeń odzwierciedlają rzeczywisty ruch elektronów w atomie helu? Jedyna możliwość sformułowania wiążącej odpowiedzi na to pytanie, to konfrontacja własności teoretycznego modelu z własnościami, jakie niesie eksperyment – przecież obserwowane własności muszą ściśle się wiązać z kształtem elektronowych orbit.

Istotnie, już pobieżna konfrontacja teoretycznego modelu z obserwowanymi własnościami wypada dla niego korzystnie. Nadzwyczaj mały, mający postać igły atom helu jest unikalnym atomem w całej tablicy Mendelejewa. Jest to jedyny pierwiastek, który nadzwyczaj lekko przenika nawet przez grube naczynia szklane, nie mówiąc już o drobnych pęknięciach, czy szczelinach – stąd stanowi on podstawę konstruowania urządzeń pozwalających lokalizować nieszczelności w układach próżniowych, z którymi każdy fizyk eksperymentator musiał się zetknąć. Ale oczywiście ten argument nie może być traktowany jako dowód, że nasza "igła" to istotnie atom helu. Nie jest to jednak jedyny argument świadczący o tym, że znaleźliśmy prawidłowe rozwiązanie. Nieco dalej, kiedy będziemy mówili o siłach Van der Waalssa i łączeniu się atomów w większe kompleksy molekularne pokażemy, że jest to jednak rozwiązanie prawidłowe.

Od helu do atomów wielo-elektronowych. Rozszyfrowanie elektronowej budowy atomu helu i wykazanie, że magnetyzm jest przyczyną łączenia się elektronów w pary, otworzyło drogę do rozszyfrowania budowy pozostałych atomów. Nie może już teraz być wątpliwości, że budowa atomów wielo-elektronowych jest określona wymogiem minimum energii całkowitej: elektrostatycznej i magnetycznej. Ten wymóg narzuca pełne uporządkowanie elektronowej struktury i daleko idącą symetrię rozmieszczenia wchodzących w jej skład elektronów. Wychodząc z tych przesłanek można sądzić, że elektronowa powłoka p z sześcioma elektronami, patrz grafika obok, to struktura o potrójnej osi symetrii składająca się z trzech par elektronów z przeciwnie skierowanymi spinami. Kontynuując ten tok rozumowania i uwzględniając wyniki pomiarów, jakich dostarcza fizyka zderzeń atomowych i spektroskopia można było pokusić się o stworzenie zarysów wewnętrznej struktury kolejnego atomu gazu szlachetnego, jakim jest neon – patrz rysunek 5.

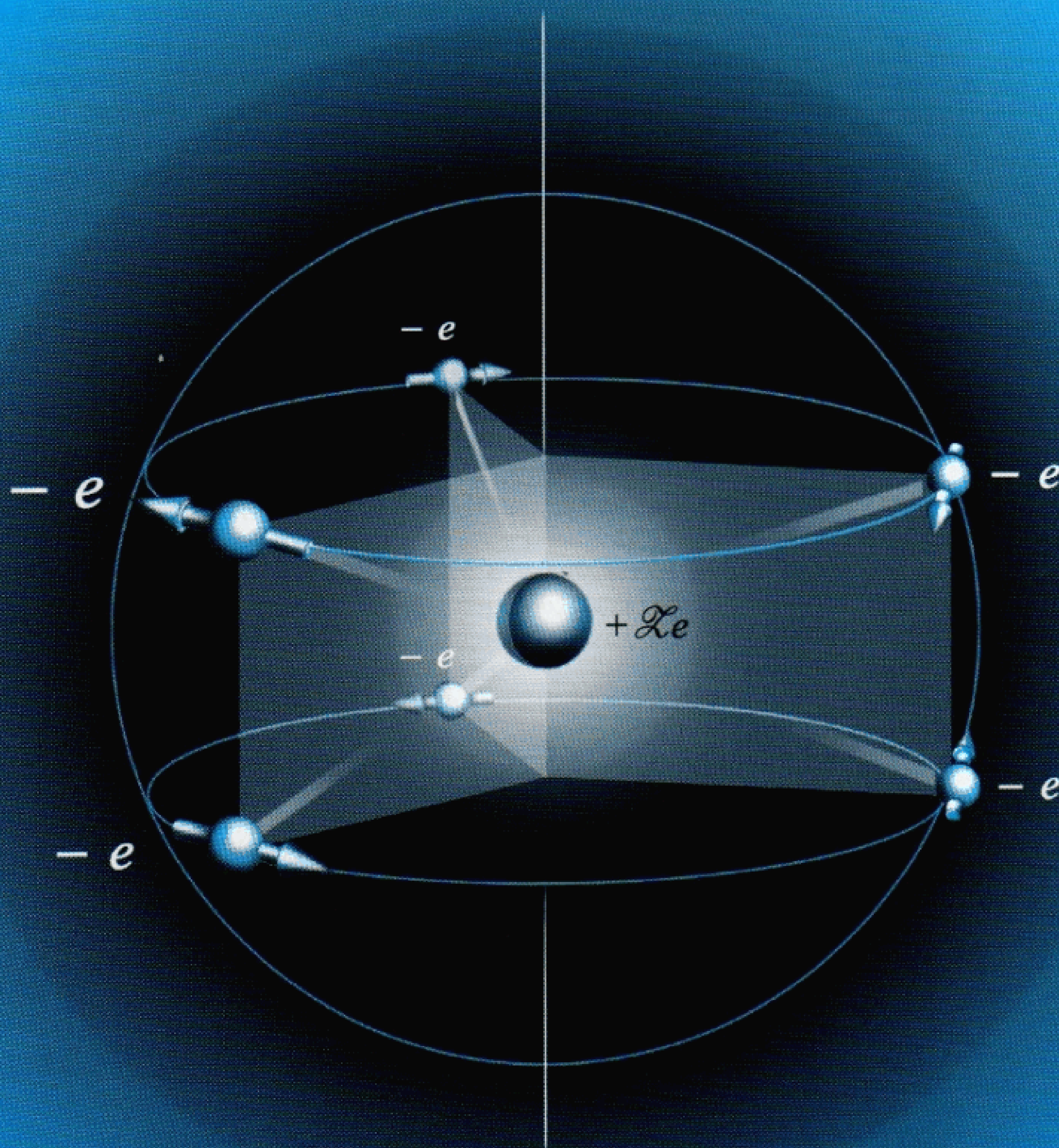






Rys.5. Przybliżony rozkład przestrzenny 10-ciu elektronów położonych w bezpośrednim sąsiedztwie atomowego jądra. Najlżejszy atom posiadający taką grupę to atom neonu. Aczkolwiek nie wiemy jeszcze dokładnie, jak poruszają się elektrony w takiej grupie, to ten przybliżony obraz wystarcza nam, aby rzucić światło na kilka istotnych zagadek mikroskopowego świata.. W szczególności wyjaśnia się, dlaczego stosunek intensywności linii charakterystycznego promieniowania X poszczególnych serii ma się do siebie, jak 1:2..

6 - elektronowa powłoka p



Charakterystyka powłoki:

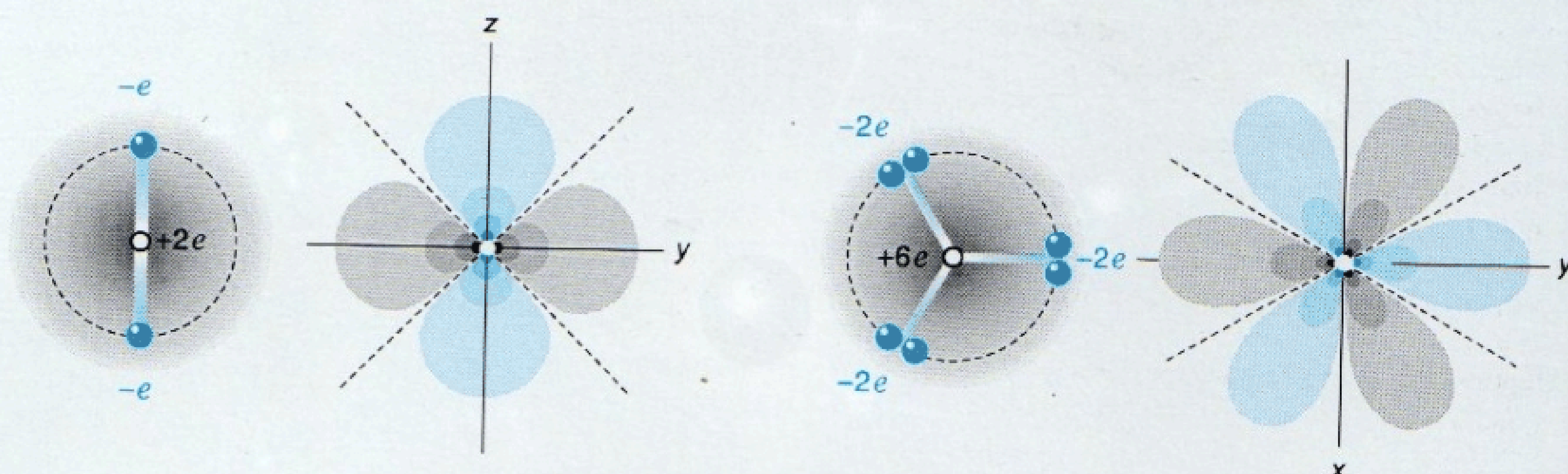
potrójna oś symetrii,
zwierciadlane odbicie,
kolektywny ruch do jądra.

Przybliżona struktura 6-elektronowej powłoki p, wydedukowana na bazie energetycznych rozważań: minimum sumy energii elektrostatycznej i magnetycznej.

§7. ODDZIAŁYWANIE MIĘDZY ATOMAMI – SIŁY VAN DER WAALSA

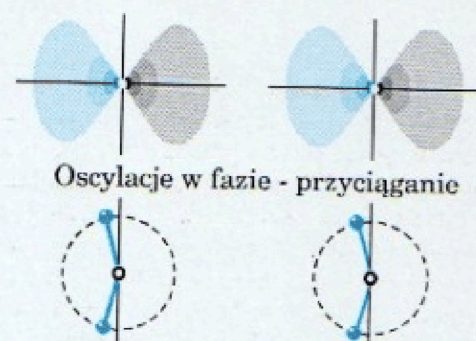
Jest rzeczą oczywistą, że oddziaływanie pomiędzy atomami musi być bezpośrednio związane z ich wewnętrzną budową i musi w większym lub mniejszym stopniu odzwierciedlać usytuowanie i ruch wchodzących w ich skład elektronów. Kiedy atomy są daleko od siebie, a więc oddziaływanie jest słabe, to jego wpływ na to co się dzieje w atomie jest znikomy i siła oddziaływania jest określona poprzez nie zaburzone pole elektryczne każdego z atomów (spinowe pole magnetyczne elektronów, które określa budowę atomu, z uwagi na jego niewielki zasięg bezpośrednio na to oddziaływanie nie wpływa.

W zdecydowanej większości eksperymentów atom jawi nam się jako obiekt o mocno niewyraźnych konturach. Taki przybliżony matematyczny obraz pola atomu, będącego zbiorem ładunków punktowych, otrzymujemy, 9korzystając z matematycznej procedury rozwijania potencjałów na szeregi i uwzględniając pierwsze człony tego rozwinięcia. Jak z dużych odległości wygląda pole, mającego dwa elektrony atomu helu i pole ciężkich atomów gazów szlachetnych, mających 6-elektronów w zewnętrznej powłoce, patrz rysunek 6.



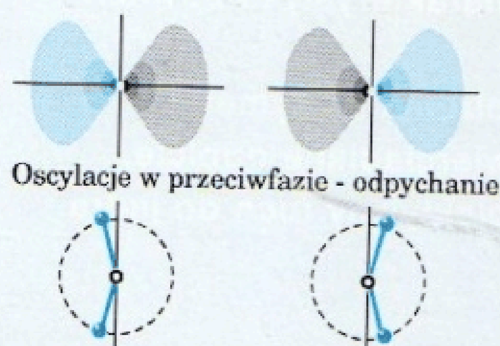
Rys.6. Rozkład potencjału, mającego dwa elektrony atomu helu i mającego sześć symetrycznie rozmieszczonych elektronów atomu gazu szlachetnego, na dużych odległościach od atomu; w pierwszym przypadku potencjał atomu maleje z trzecią potęgą odległości, a w drugim przypadku z czwartą potęgą odległości, przy czym oddziaływanie zależy od wzajemnej orientacji atomów: atomy mogą się przyciągać, lub też odpychać.

Siły oddziaływania występujące pomiędzy atomami zwane są siłami Van der Waalsa. Obecnie na problem oddziaływania pomiędzy atomami spróbujemy spojrzeć poprzez pryzmat atom helu, którego budowę udało nam się już rozszyfrować.



Oscylacje w fazie - przyciąganie

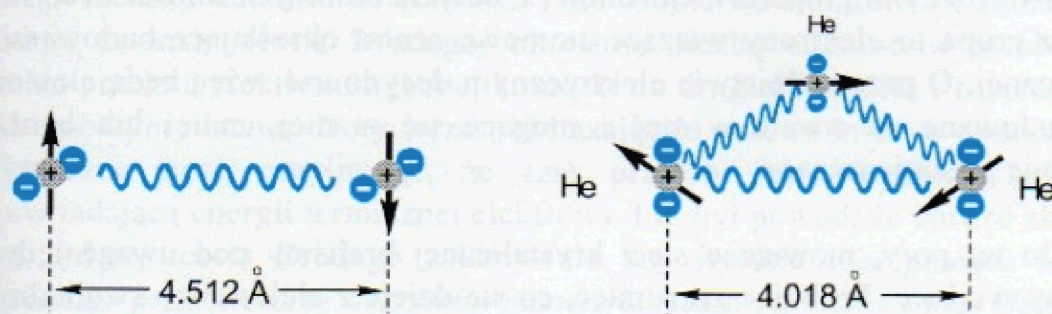
Atomy helu łączą się. Nie wnikając w matematyczne rozważania o polach elektrycznych wytwarzanych przez zbiory ładunków elektrycznych, czym się zajmuje klasyczna teoria pola, nam wystarcza wiedzieć, że pole elektryczne atomu helu na dużych odległościach to *zanikające z trzecią potęgą odległości zmienne pole oscylującego dipola elektrycznego i zanikające z czwartą potęgą odległości stałe pole elektrycznego kwadrupola.* Z tejże teorii również wynika, że w przypadku synchronicznego ruchu elektronów w dwu atomach, a więc kiedy mamy do czynienia z rezonansem, to o ich oddziaływaniu decyduje wolniej zanikające z odległością dipolowe pole elektryczne i atomy będą się przyciągać. Zbliżaniu się dwu atomów będzie przeciwdziałać, rosnąca szybko ze zmniejszaniem się odległości pomiędzy atomami, odpychająca siła oddziaływania kwadrupolowego. Przy pewnej odległości siły się równoważą i dwa atomy zlepiają się. Powstaje cząsteczka helu.



Oscylacje w przeciwfazie - odpychanie

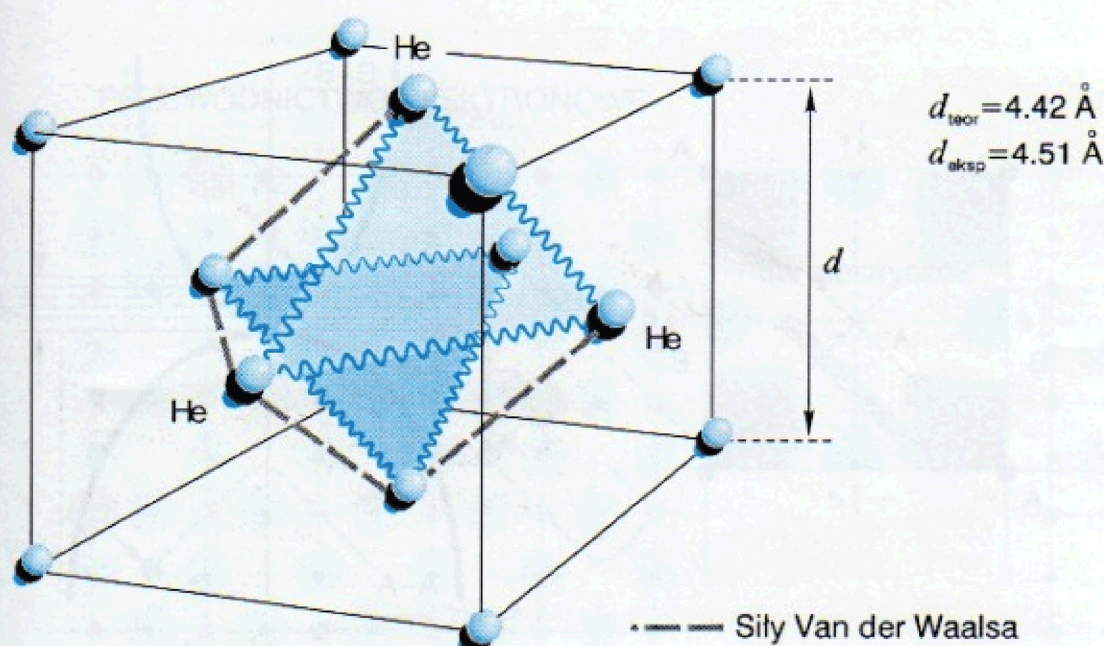
Drgania dipolowe dwu-elektronowej powłoki: synchroniczne i asynchroniczne.

W analogiczny sposób mogą powstać trzy i cztero atomowe cząsteczki, tak jak to pokazane jest poniżej.



Rys.7. Pokazane są różne możliwości łączenia się atomów helu. Sposób łączenia się jest określony symetrią pola elektrycznego atomu odwzorowującego zespołowy ruch jego elektronów. Drgania dipolowe określające siłę przyciągania reprezentuje czarna strzałka, zaś liniowy układ ładunków (–,+,–) określający siłę odpychania wyznacza oś kwadrupolową atomu helu.

Ponieważ wymiary atomu helu są ściśle określone, to ściśle określone są wymiary tworzących się helowych kompleksów, jak i ich energie wiązania. Okazuje się, że energia wiązania dwu atomowej cząsteczki helu odpowiada temperaturze, przy której obserwuje się odstępstwa od prawa gazów doskonałych, natomiast energia wiązania cząsteczki trójatomowej leży w pobliżu temperatury skraplania się helu. Pole elektryczne takiego trójkątnego elementu jest takie, że zlepiają się w sześcioatomowe zespoły, które po połączeniu tworzą płasko centrowaną regularną sieć o wymiarach dokładnie takich, jaką mają komórki ciekłego helu. W ten to sposób, patrz rysunek 9, Natura, jak współczesny budowniczy, konstruuje najpierw podzespoły, aby je następnie razem łączyć w większe kompleksy budowlane.



Rys.8. Pokazane jest jak z trójatomowych prefabrykatów powstaje powiązana siłami elektrostatycznego przyciągania przestrzennie centrowana sieć kubiczna. Jeden z najbardziej spektakularnych rezultatów klasycznej teorii atomu. Rozszyfrowana w oparciu o podstawowe prawa klasycznej fizyki struktura atomu helu doprowadziła do określenia własności ciekłego helu – struktury jego komórki elementarnej i jej rozmiarów (otrzymana z obliczeń gęstość ciekłego helu to 0.155 g/cm³ podczas, gdy pomiar daje 0.145 g/cm³).

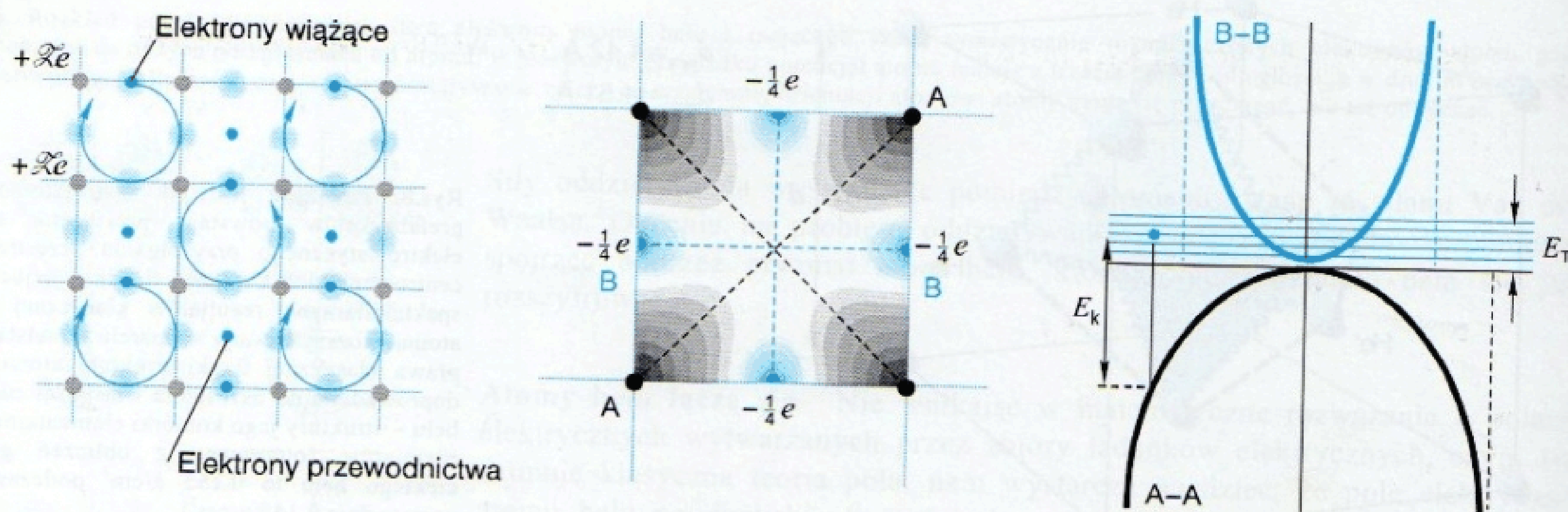
Biorąc pod uwagę, że *w opisanych obliczeniach nie ma żadnego parametru, który w sposób sztuczny pozwalałby się dopasować do eksperymentu, otrzymana zgodność jest dowodem nie do obalenia, że przedstawiona na poprzedniej stronie struktura atomu helu istotnie odpowiada rzeczywistości.* Tu można dodać, że igłowa budowa atomu helu stanowi punkt kluczowy w zrozumieniu nadprzewodnictwa ciekłego helu, kiedy to atomy helu powiązane słabymi siłami elektrostatycznego oddziaływania mogą się łączyć w jeden bardzo cieniutki sznureczek.

§8. ELEKTRONY PRZEWODNICTWA. GDZIE SĄ ?

Z pośród wielu kryteriów wyodrębniających różne kategorie ciała stałego, na plan pierwszy wysuwa się podział na przewodniki i izolatory, a więc podział na materiały mogące przewodzić prąd i nie mogące prądu przewodzić. Z rozróżnienia tego wynika, że w sieci ciała stałego musimy mieć do czynienia z dwoma jakościowo różnymi grupami elektronów. Z dotychczasowych rozważań wynika, że jedna grupa to elektrony wiążące atomowe centra określające budowę sieci krystalicznej. O przewodnictwie elektrycznym decydować, więc będą elektrony nie wbudowane na trwale w sieć i mogące się w niej, mniej lub bardziej swobodnie przemieszczać.

Do tej pory, mówiąc o sieci krystalicznej braliśmy pod uwagę jedynie elektrony wiążące. Próbując zrozumieć, co się dzieje z elektronem swobodnym, który znalazł się w jakiejś komórce sieci krystalicznej musimy przede wszystkim wiedzieć, jak wygląda pole elektryczne tej sieci. Składają się na nie: stałe pole elektryczne pochodzące od dodatniego, nie skompensowanego elektronami ładunku elektrycznego rdzenia atomu i pulsujące pole elektryczne pochodzące od kolektywnie poruszających się elektronów wiążących. ***W odniesieniu do wolno poruszającego się elektronu swobodnego o jego zachowaniu decyduje potencjał uśredniony po okresie ruchu elektronów wiążących.*** Znając ruch elektronu wiążącego nic nie stoi na przeszkodzie, aby dla określonej sieci takie uśrednione pole obliczyć.

Elektrony swobodne w metalu. Aby nie wchodzić w nieistotne na tym etapie szczegóły i wyjaśnić istotę przewodnictwa elektrycznego, weźmy za podstawę najprostszą formę dwu wymiarowej sieci – sieć prostokątną w narożach, której znajdują się atomowe jądra. Niech elektrony wiążące poruszają się wzdłuż krawędzi tej prostokątnej mozaiki, tak jak to jest pokazane na rysunku 9.

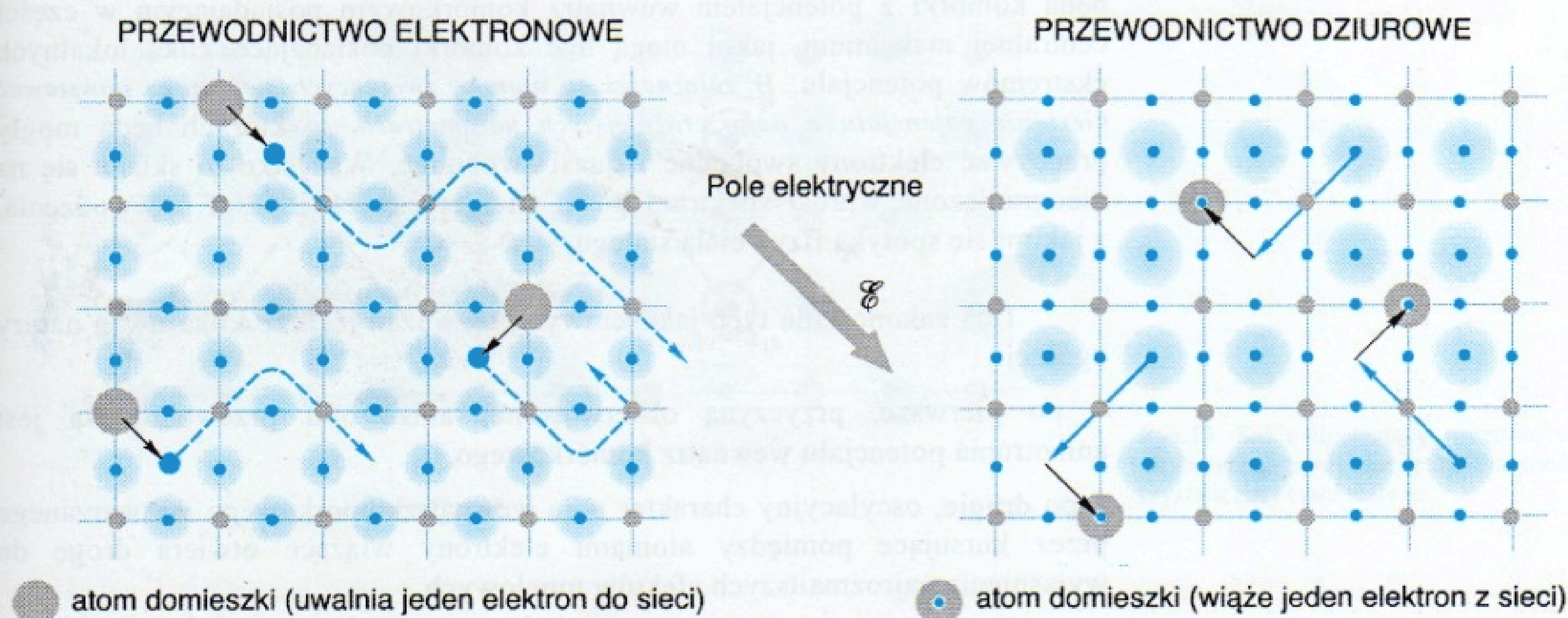


Rys.9. Pokazany jest uśredniony po czasie rozkład potencjału pochodzący od krążących po krawędziach mozaiki elektronów i znajdujących się w jej narożach dodatnio naładowanych rdzeni atomowych. Obszar dostępny dla elektronu swobodnego o energii E_T to obszar o biało-szarym odcieniu.

Z uwagi na fakt, że elektron wiążący większość czasu spędza w części centralnej pomiędzy jądrami, jako że tam jego szybkość jest najmniejsza, możemy przy jakościowych rozważaniach wiążące elektrony umieścić na stałe w połowie odległości pomiędzy jądrami.

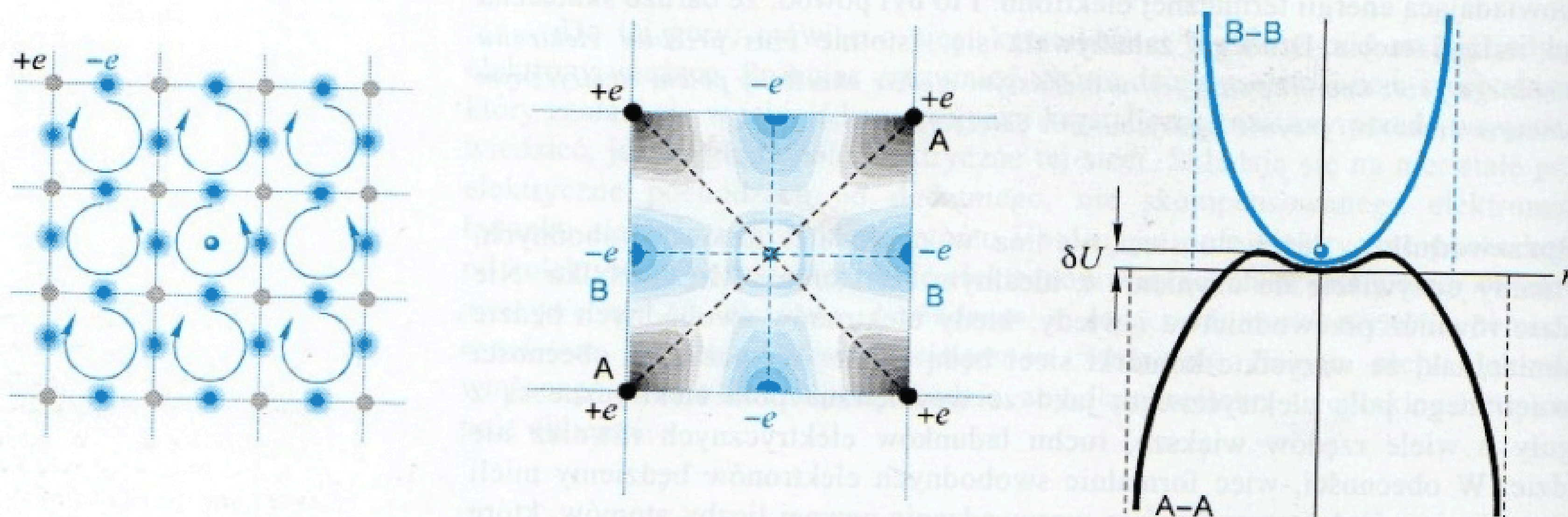
Załóżmy teraz, że z jakichś względów, tylko, co drugi atom przeznaczył swój elektron dla celów wiązania, a co drugi, oddał go do sieci, tworząc w ten sposób elektronowe zbiór swobodnych elektronów. W takim przypadku potencjał sieci, kiedy jeden elektron wiążący cyrkuluje, w co drugim oczku sieci, będzie miał postać taką, tak jak to jest pokazane w prawej części rysunku 9. Elektrony swobodne mogą, w tym przypadku, po przekątnych A-A, swobodnie się przemieszczać z komórki do komórki. Przewodnictwo elektronowe będzie, więc, zgodnie ze starą teorią Drudego, określone liczbą elektronów swobodnych, czasem przelotu elektronu z jednej komórki do drugiej komórki i rozpraszaniem na atomowym rdzeniu. Dotychczas, obliczając to przewodnictwo pomijano pole elektryczne sieci, przyjmując, że czas przelotu jest określony szybkością odpowiadającą energii termicznej elektronu. I to był powód, że bardzo skuteczna skąd indziej teoria Drudego załamywała się. Istotnie *czas przelotu elektronu swobodnego przez komórkę sieci jest w pierwszym rzędzie określony polem elektrycznym w obszarze komórki i jedynie logarytmicznie zależy od temperatury.*

Półprzewodniki. Jeżeli w sieci nie ma w ogóle elektronów swobodnych, to mamy oczywiście do czynienia z idealnym izolatorem. Ale nie tylko. Nie będzie również przewodnictwa i wtedy, kiedy elektronów swobodnych będzie nadmiar, tak, że wszystkie komórki sieci będą zajęte. Wówczas, w obecności zewnętrznego pola elektrycznego, jako że wewnętrzne pola elektryczne są z reguły o wiele rzędów większe, ruchu ładunków elektrycznych również nie będzie. W obecności, więc formalnie swobodnych elektronów będziemy mieli do czynienia z izolatorem. Dopiero wprowadzenie pewnej liczby atomów, które zwiążą jakąś część elektronów swobodnych i spowodują powstanie pewnej liczby dziur, umożliwi przemieszczanie się elektronów. Pozornie będzie to ruch dodatnich ładunków elektrycznych. Jeżeli teraz w sieci pozbawionej elektronów swobodnych znajdą się sporadycznie atomy, które oddadzą jeden ze swoich elektronów do sieci to będziemy mieli do czynienia z półprzewodnikiem elektronowym.



Rys.10. Lewy rysunek pokazuje, jak elektrony swobodne (elektrony przewodnictwa) przemieszczają się w sieci pod wpływem pola elektrycznego **E**, a rysunek prawy jak przemieszcza się dziura elektronowa w zbiorze elektronów swobodnych.

Załóżmy teraz, że w rozpatrywanej przez nas sieci prostokątnej są komórki, gdzie w oczku sieci cyrkulują nie dwa, a cztery elektrony. Okazuje się, że w tym przypadku w centrum komórki sieciowej tworzy się płytka jama potencjału, patrz rysunek 11. Wprowadzony do takiej jamy elektron, zostanie w niej uwięziony na stałe i będzie w niej tkwił dotąd, dopóki pod wpływem temperatury, czy jakiegoś innego zewnętrznego czynnika, jak na przykład promieniowanie *X*, nie zostanie z niej uwolniony. Dopiero taki uwolniony z jamy potencjalnej elektron może wziąć udział w przewodnictwie elektronowym.



Rys.11. Przy pokazanym powyżej usytuowaniu ładunków elektrycznych, kiedy w każdym narożu i na każdym boku kwadratowej sieci rozmieszczone są ładunki elektryczne o takiej samej wielkości to w centralnym obszarze komórki tworzy się niewielka jama potencjału. Tego typu jamy jest pułapką dla swobodnych elektronów wędrujących po komórkach sieci.

W przypadku trójwymiarowej sieci, sytuacja jakościowa będzie podobna: będą komórki z potencjałem wewnątrz komórkowym posiadającym w części centralnej maksimum, jak i mogą być komórki posiadające kilka lokalnych ekstremów potencjału. ***W zależności od atomów tworzących sieć mogą powstawać kieszenie potencjału o najprzeróżniejszych parametrach,*** w których będą mogły przebywać elektrony swobodne i quasi swobodne. Wszystko to składa się na nieograniczone wprost spektrum pasm energetycznych i pasm przewodzenia, z jakimi się spotyka fizyk ciała stałego.

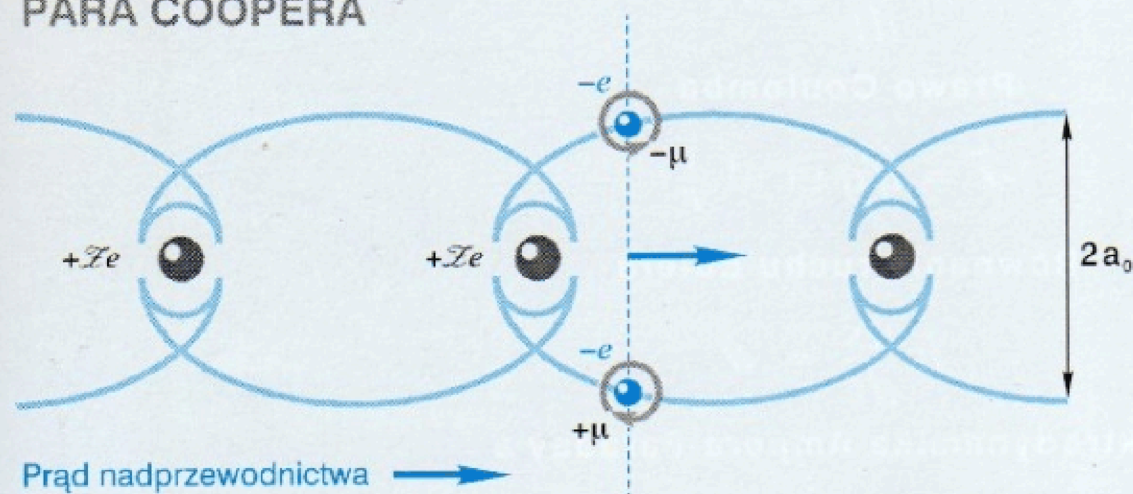
I na zakończenie tych jakościowych rozważań jeszcze kilka uwag natury ogólnej:

– po pierwsze, przyczyną obserwowanej anizotropii przewodnictwa jest anizotropia potencjału wewnątrz komórkowego,

– po drugie, oscylacyjny charakter pola wewnątrzkomórkowego wytwarzanego przez kursujące pomiędzy atomami elektrony wiążące otwiera drogę do wyjaśnienia najrozmaitszych efektów tunelowych,

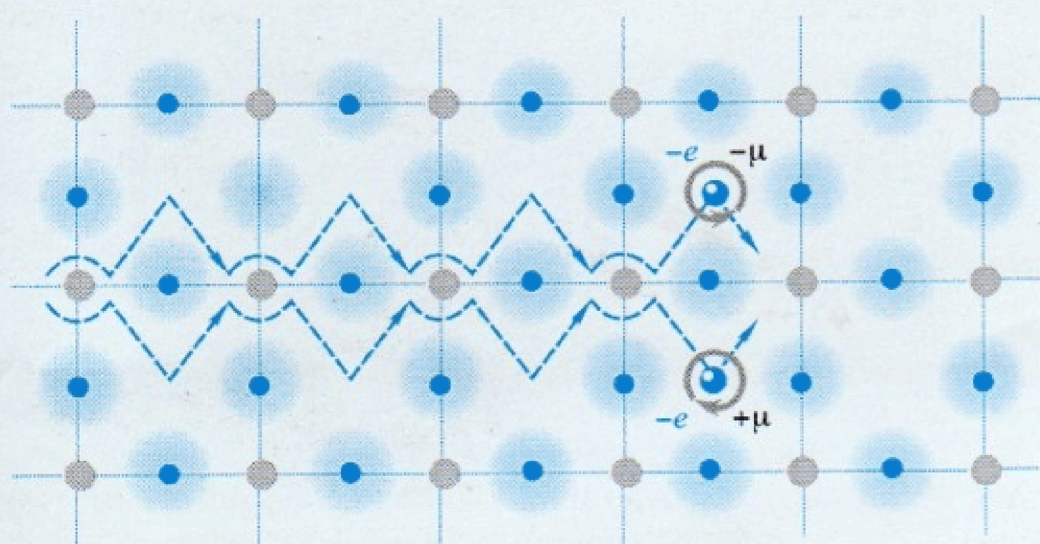
– po trzecie, przemieszczanie się elektronów z komórki do komórki określone jest nie tylko polem rozpraszającym rdzeni atomowych, ale spinowym polem magnetycznym elektronu, które w pewnych sytuacjach wysuwa się na pierwszy plan decydując o wartości przewodnictwa (jeżeli by elektron nie posiadał momentu magnetycznego, to przewodnictwo elektryczne w sieci idealnej utworzonej przez gołe jądra i spoczywające elektrony wiązania byłoby równe zeru).

Pary Coopera. Jedną z największych zagadek fizyki, frapującej fizyków do dziś, jest zagadnienie nadprzewodnictwa. W normalnych warunkach o przewodnictwie decyduje ilość elektronów swobodnych i przypadkowe, określone termicznymi drganiami sieci, rozpraszanie bądź to poprzez pole elektryczne atomowego rdzenia, bądź też poprzez spinowym pole magnetyczne elektronu. Jeżeli chaos termiczny w sieci obniży się tak, że energia magnetycznego oddziaływania dwu elektronów przewodnictwa w dwu sąsiednich komórkach sieci stanie się porównywalna z energią termiczną elektronów to elektrony będą się łączyć w pary. Taka para będzie się poruszać podobnie jak poruszają się dwa elektrony w atomie helu – z tym, że tak skorelowane dwa elektrony będą się przemieszczać od jednego jądra do następnego jądra, tak jak to jest pokazane poniżej.



Rys.12. Szkic ilustrujący magnetyczne sprzężoną parę elektronów, która porusza się na podobieństwo elektronów w atomie helu. Energia magnetycznego oddziaływania takiej pary przy typowej odległości 10^{-8} cm jest rzędu kilku stopni Kelwina, a więc tyle ile wynosi typowa temperatura występowania nadprzewodnictwa.

W przypadku takiej pary wpływ termicznych drgań sieci na jej przemieszczanie się zanika i mamy do czynienia ze zjawiskiem nadprzewodnictwa.



Rys.13. Szkic ilustrujący przemieszczanie się magnetycznie sprzężonej pary elektronów w sieci krystalicznej ciała stałego.

W zakończeniu tego rozdziału, w którym zaprezentowane zostały kluczowe rezultaty wieloletnich rozważań nad elektronową budową materii, należy wyrazić zdumienia, że cały ogrom bogactwa otaczającego nas świata daje się wyprowadzić z kilku prostych własności dwu elementarnych cegiełek materii, jakimi są: proton i elektron.

Principia Physica

Równanie ruchu Newtona

$$m\frac{d\boldsymbol{v}}{dt} = \mathscr{F}$$

Prawo Coulomba

$$\mathscr{F} = q'q \operatorname{grad}\frac{1}{\boldsymbol{r}}$$

Równanie ruchu Eulera

$$h\frac{d\hat{s}}{dt} = \mathscr{M}$$

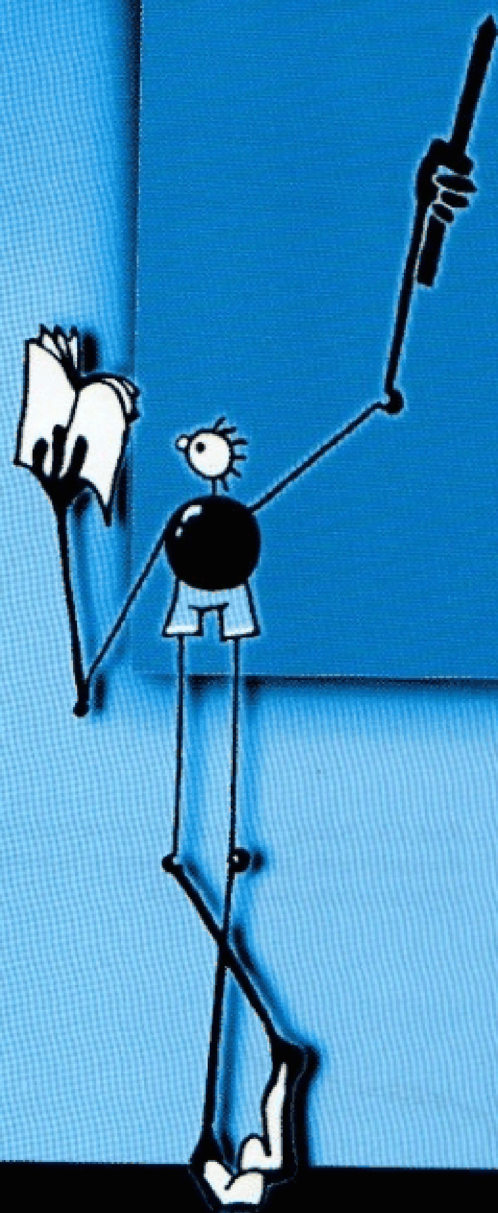
Elektrodynamika Ampera-Faraday'a

$$\mathscr{U} = \frac{q}{c}\,\frac{\mu\cdot(\boldsymbol{v}\times\boldsymbol{r})}{r^3}$$

Reguła translacyjnej precesji

$$\frac{d\psi}{dl} = \frac{p}{h}$$

Varsovia, Anno Domini 2000



Fundamentalne prawa fizyki opisujące budowę atomu, cząsteczki i ciała stałego.

4. NIECO PROFESJONALNYCH ROZWAŻAŃ Z TEORII ATOMU

(wykład dla wszystkich tych, którym nie obce jest pojęcie całki i pochodnej)

§1. O sytuacji w fizyce na początku XX wieku
(początki błędnej drogi)

§2. Atom wodoru – bezzasadność zasad kwantowych
(elektron na trajektorii swobodnego spadku)

§3. Kwantowa teoria zderzeń Borna
(skomplikowany sposób zapisu eksperymentalnych wyników)

§4. Kwantowa teoria zderzeń w pułapce !
(kwantowy formalizm nie ma nic wspólnego z rzeczywistością)

§5. Budowa atomu – model swobodnego spadku
(prostota i elegancja Natury)

§6. Model swobodnego spadku w zastosowaniach
(o ile fizyka jest prawidłowa to matematyka jest prosta)

§7. Dynamika wiązania chemicznego
(elektron kursujący od jądra do jądra)

§8. Spin elektronu – źródło porządku w atomie
(własności żyroskopowe materii – czynnik spełniający w przyrodzie porządkującą rolę)

§9. Hel – magnetyczna korelacja elektronów
(zagadka reguły Pauliego wyjaśnia się)

§10. Translacyjna precesja elektronu a jego „falowe" własności
(materializacja pola falowego elektronu – urzeczywistnienie idei de Broglie'a „fali pilota")

§11. Efekt Starka – mechanika kwantowa w pułapce po raz wtóry
(przestępca schwytany na gorącym uczynku)

– Wniosek końcowy: skorygować kurs !

Rozdział ten, noszący formę naukowego artykułu, dotyczy kilku spraw o kluczowym znaczeniu dla uchwycenia prawdy o zasadach funkcjonowania mikroświata. Udokumentowane są fałsze, na jakich został zbudowany mit o doskonałości mechaniki kwantowej, oraz pokazane zostały ukrywane prawdy, świadczące o stosowalności praw fizyki klasycznej w obszarze atomu. Prawie wszystko to, składało się na artykuł „O istocie atomu" przesłany w 1997 roku do Nature. Niestety, publikacja tego kompromitującego powszechnie uznaną teorię materiału, w czasopiśmie na łamach, którego tworzyła się legenda o nieomylności mechaniki kwantowej, okazała się niemożliwa. Przedstawiony w 2000 roku na konferencji w Nowosybirsku, spotkał się z dużym zainteresowaniem rosyjskich fizyków.

Na poprzednich stronicach tej książki, starałem się, w sposób maksymalnie przystępny, naszkicować kontury mikroskopowego świata wyłaniające się z opartej na przyczynowo-skutkowym rozumowaniu, logicznej analizy materiału eksperymentalnego. Teraz, dla uwiarygodnienia tego obrazu, rozpatrzymy kilka wybranych problemów z zakresu fizyki atomowej, dając im odpowiednią podbudowę matematyczną. Zrobimy to w sposób maksymalnie ścisły, zakładając u czytającego umiarkowaną znajomość fizyki i matematyki. Będzie to przejście od poziomu szkoły średniej do wykładu akademickiego. W dużej mierze powtórzymy to, co już było powiedziane poprzednio, tyle, że sposób prezentacji będzie odmienny i prowadzony z pozycji matematycznego dowodu. Ci, których satysfakcjonuje rezultat „śledztwa", a nie „proces dowodowy", mogą jedynie, aby mieć pogląd na to jak dyskutują profesjonaliści, przekartkować ten rozdział.

§1. O SYTUACJI W FIZYCE NA POCZĄTKU XX WIEKU

Charakterystyczną cechą atomowego świata jest to, że procesy atomowe są niedostępne bezpośredniej obserwacji, a logiczne rozumowanie bazujące na danych makroskopowych jest jedynym źródłem informacji o wewnętrznej strukturze atomu, czy cząsteczki. Jest sprawą teorii rozszyfrowanie za pomocą matematycznego formalizmu informacji ukrytych w atomowych eksperymentach i stworzenie, niedostępnego bezpośrednio naszym zmysłom, obrazu mikroskopowego świata.

Obiecujący początek i nagły zwrot. Pierwszy krok w kierunku rozszyfrowania wewnętrznej struktury atomu został zrobiony na przełomie dziewiętnastego i dwudziestego wieku przez J.J.Thomsona [1]. Opisując poprawnie, w oparciu o prawo Newtona i prawo Coulomba, proces hamowania szybkich cząstek naładowanych poruszających się w gazowym ośrodku, udowodnił on nie tylko to, że elektron jest uniwersalnym składnikiem materii, ale i to, że ***newtonowska dynamika i prawo Coulomba, sformułowane na bazie makroskopowych eksperymentów i nie zweryfikowane w skali mikroświata, są w odniesieniu do elektronu prawdziwe również na poziomie atomu.*** Nieco później, E.Rutherford [2], na bazie tych samych praw, rozszyfrował mechanizm rozpraszania ciężkich cząstek naładowanych (cząstek α) przechodzących przez cienkie metalowe folie. Od tego czasu wiadomo było, że praktycznie cała masa atomu jest skoncentrowana w ciężkim punktowym jądrze, a ***newtonowska dynamika i prawo Coulomba mają zastosowanie również w odniesieniu do ciężkiego składnika materii – do protonu.*** Posuwając się tym samym tropem L.H.Thomas wykazał [3], pozostając na gruncie fizyki zderzeń atomowych, że atom to jądro i zbiór biegających wokół niego elektronów.

Niestety, te wielce obiecujące badania zostały nagle zatrzymane, a klasyczna dynamika została praktycznie całkowicie wyeliminowana z rozważań o budowie atomu. Stało to się głównie za sprawą trudności w wyjaśnieniu niektórych eksperymentów ze światłem i elektronami. I tak na przykład, wyniki pomiarów dające się ująć w ramy falowej formuły Bragga i falowej relacji de Broglie'a wydawały się przeczyć pojęciu fotonu i pojęciu cząstki. ***Nie mając koncepcji rozwiązania zagadki falowo-korpuskularnego dualizmu grupa fizyków: Bohr, Heisenberg, Born, Pauli i Dirac oznajmili, że dotarliśmy do granic deterministycznego poznania*** i zaczęli konstruować, pomimo wyraźnych obiekcji takich fizyków jak Lorentz, Planck, de Broglie, Einstein a nawet Schrödinger, teoretyczny opis mikroświata na bazie matematycznego równania fizyki ośrodków ciągłych, którego fizyczny sens w odniesieniu do zjawisk atomowych nigdy nie został ściśle zdefiniowany. Tak to elektron utracił swą osobowość i istnieje dziś jedynie w postaci bliżej niezdefiniowanego obłoku funkcji ψ. ***Aczkolwiek powrót do koncepcji zlokalizowanego elektronu, wydaje się być dziś całkowitym szaleństwem, pokażemy, że jest to krok nie tylko możliwy, ale i konieczny.***

Zasada odpowiedniości Bohra – destrukcyjny paradygmat. Od momentu wprowadzenia przez Bohra sławnej zasady odpowiedniości, ograniczającej stosowalność klasycznej dynamiki do obszaru, gdzie wartość całki fazowej $\oint p_q\, dq$ jest znacznie większa od stałej Plancka h, dynamiczne rozważania, zapoczątkowane pracami Thomsona i Rutherforda, całkowicie znikły z obszaru atomowej fizyki. Tym niemniej, pomimo oficjalnego zakwestionowania stosowalności dynamiki klasycznej do opisu wewnętrznej struktury atomu, tu i ówdzie, pojawiały się prace wskazujące na to, że nałożone restrykcje idą, co najmniej zbyt daleko [4]. Ogromne sukcesy binarnej teorii zderzeń atomowych, wywodzącej się z koncepcji zlokalizowanego punktowego elektronu poruszającego się w atomie po ściśle określonej trajektorii, która pozwalała dokładnie opisać tak zderzeniową jonizację, jak i wzbudzenie atomów i cząsteczek [5-10] był trudnym do zakwestionowania faktem, że słynna zasada Bohra jest nieprawdziwa. Istotnie, w obszarze zabronionym przez tą zasadę dla stosowania Newtonowskich równań ruchu i prawa Coulomba, dało się opisać, efekt Ramsauera i siły Van der Wallsa [11,12], atomowy diamagnetyzm [13] i przesunięcia linii spektralnych [14], oraz wiele, wiele innych zjawisk [15-19].

Niestety fakty pokazujące, że zasada odpowiedniości nie pracuje, były i są uparcie ignorowane. W popularno-naukowych wydaniach, podręcznikach akademickich i w publikacjach naukowych trudno jest doszukać się jakiejkolwiek wzmianki nawiązującej do faktów kwestionujących stosowalność zasady odpowiedniości Bohra – zasady, która skazała na wieloletnia banicję modelowe rozważania o atomie oparte na dynamicznych równaniach klasycznej fizyki. Ale ignorując niewygodne fakty i niekorzystne opinie możemy przez jakiś czas dość skutecznie bronić powszechnie uznanej zasady, ale nie pomożemy w ten sposób rozwiązać rzeczywistych kłopotów teorii.

Zasada odpowiedniości Bohra wprowadzona dla uzasadnienia wynalezionej przez Borna probabilistycznej (pseudo-probabilistycznej) interpretacji funkcji falowej, na jakiej Born zbudował kwantową teorię zderzeń, jest bez wątpienia głównym źródłem tych trudności. Jest naszym głównym zadaniem przedstawić ścisły dowód na to, że wprowadzona na bazie czysto werbalnych argumentów, mocno krytykowana przez De Broglie'a [20] i Einsteina [21] restrykcyjna zasada, która wyeliminowała dynamiczne rozważania z atomowej fizyki na ponad pół wieku, jest całkowicie sztuczną ideą. Niemniej sztuczną ideą, która w ogóle zanegowała stosowalność pojęć makroświata, do opisu mikroświata to zasada nieoznaczoności Heisenberga.

Zasada nieoznaczoności Heisenberga – jeszcze bardziej destrukcyjny paradygmat. Zasada nieoznaczoności Heisenberga mająca postać nierówności

$$\Delta p \cdot \Delta q > h\ ,$$

tkwiąca korzeniami w falowej relacji de Broglie'a, a sformułowana na gruncie falowej interpretacji doświadczenia Younga, usankcjonowała całkowite zerwanie w fizyce mikroświata z zasadą przyczynowości. Wychodząc z prawdziwego stwierdzenia, że coś mniejszego niż elektron nie istnieje, a więc nie mamy możliwości subtelnego śledzenia indywidualnych losów elektronu poruszającego się w atomie, ***zakwestionowano w ogóle, w odniesieniu do mikrocząstek, stosowalność takich pojęć, jak współrzędne i prędkość.***

Podkreślano przy tym, że nie chodzi tu o brak subtelnej metody pomiaru, lecz o nie dającą się opisać w kategoriach położeń i prędkości naturę cząstek, których istota wykracza poza pojęcia makroświata. I tak, wskutek dwoistej, bliżej nieokreślonej falowo-korpuskularnej natury, argumentowano, cząstki jawią się nam, raz, jako punktowe obiekty, a raz, jako rozciągłe drgania ośrodka, stąd nie sposób scharakteryzować ich stanu poprzez przypisanie im określonych wartości współrzędnych i pędów. Granice stosowalności pojęć makroświata wytycza nierówność Heisenberga. *W obszarze zakreślonym poprzez nierówność Heisenberga programowo odżegnano się od przyczynowego opisu zjawisk twierdząc, że w tym obszarze, takie prawa, jak prawo zachowania energii, czy pędu nie obowiązują.*

Tymczasem z przeprowadzonych przez nas rozważań na temat doświadczenia Younga wynika, że zasada nieoznaczoności Heisenberga to pochodna faktu, że z poruszającą się cząstką jest związane zmienne pole elektromagnetyczne o długości pseudo fali określonej poprzez stałą Plancka h i jej pęd p. W takich eksperymentach rozproszeniowych, gdzie to oscylacyjne pole odgrywa istotną rolę, uśrednienie po fazie oscylacji objawia się statystycznym rozrzutem w obszarze detekcji rozpraszanych cząstek. Dopóki jednak składowa oscylacyjna siły oddziaływania pozostaje drobnym ułamkiem siły podstawowej, to rozrzut wyników wynikający z nieokreśloności fazy składowej oscylacyjnej siły, a więc zmiennej, której dotyczy zasada nieoznaczoności Heisenberga, jest ogólnie rzecz biorąc bez znaczenia.

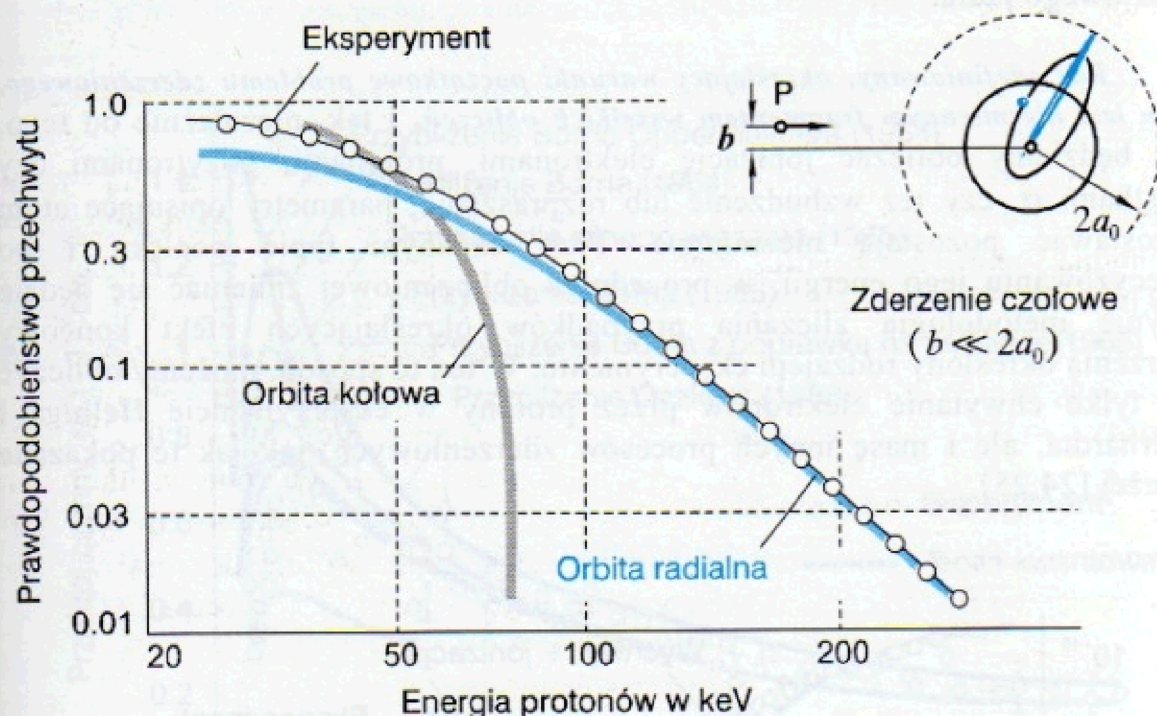
§2. ATOM WODORU – BEZZASADNOŚĆ ZASAD KWANTOWYCH

W świetle sformułowanych powyżej uwag, *kluczowe zagadnienie wszelkich rozważań o budowie atomu, to przede wszystkim weryfikacja kwestionowanej stosowalności dynamiki Newtona i prawa Coulomba do pojedynczego elektronu poruszającego się w polu atomowego jądra.* I od tego też, zaczniemy naszą procedurę dowodową o zasadach rządzących mikroświatem.

Dowód nie do obalenia – fizyka klasyczna pracuje. Podejmując to zadanie, należy rozpocząć od przypomnienia, że w fizyce, jedyną drogą rozstrzygnięcia naukowej kontrowersji jest bezpośrednia konfrontacja ścisłych rachunków z dokładnymi pomiarami, we właściwie przeprowadzonym eksperymencie. W takim jednak przypadku, eksperyment powinien być dostatecznie prosty, koncepcyjnie klarowny i czuły na weryfikowany element teorii. Eksperyment, który spełnia takie wymogi i definitywnie pozwala rozstrzygnąć kontrowersje na temat stosowalności praw klasycznej dynamiki do opisu budowy atomu, to eksperyment zrealizowany już dość dawno przez Helbiga i Everhardta [22]. Jest to eksperyment, w którym mierzono prawdopodobieństwo wychwytu elektronu z atomu wodoru przez przebiegający w pobliżu jego jądra proton.

Numeryczna symulacja zderzenia pomiędzy elementarną cząstką naładowaną, jaką jest proton, a atomem wodoru w ramach Newtonowskiej dynamiki jest rzeczą trywialną. Należy po prostu, krok po kroku, przeprowadzić całkowanie trzech równań ruchu, dla trzech cząstek biorących udział w zderzeniu. Dwie z pośród nich, elektron i proton, związane początkowo razem tworząc atom wodoru, stanowią tarczę dla cząstki trzeciej, podążającej z nieskończoności, jak wystrzelony z armaty (akceleratora), pocisk. Aby zdefiniować obiekt ostrzału, jakim jest atom wodoru, należy dla elektronu poruszającego się w Coulombowskim polu atomowego jądra określić wartość energii wiązania $\mathscr{W}$ i wartość momentu pędu L. Jak wynika z pomiarów spektroskopowych mają one odpowiednio wartość: $\mathscr{W} = 13.6$ eV, $L = 0$.

Tak, więc ***problem zderzeniowy jest ściśle i jednoznacznie zdefiniowany: określone są prawa rządzące ruchem cząstek i opisany jest obiekt bombardowania.*** Ponieważ ***algorytm obliczeniowy nie zawiera żadnych dopasowujących parametrów,*** to w zasadzie, dla zweryfikowania teorii wystarczyłoby porównać wyniki obliczeń z pomiarami w pojedynczym punkcie – przy jakiejś, jednej energii, w jakimś jednym, szczególnym eksperymencie.



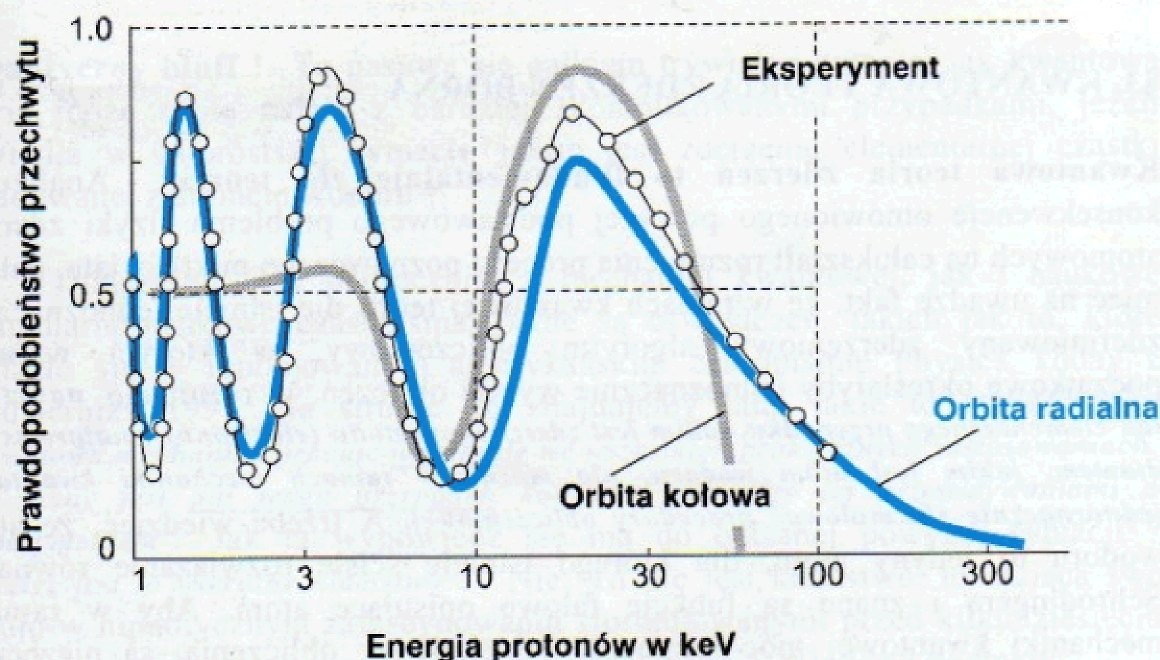
Rys.1. Prawdopodobieństwo przechwytu elektronu przez proton, w zderzeniu czołowym z atomem wodoru, pomierzone przez Helbiga i Everhardta, oraz obliczone na bazie klasycznej dynamiki, dla dwu skrajnie różnych kształtów elektronowej orbity. Obliczenia pokazują jak dalece interesujący nas proces przechwytu jest czuły na kształt orbity. Pełna zgodność obliczeń z pomiarami, jaka ma miejsce dla orbity z zerowym momentem pędu, jest nie do podważenia dowodem na to, że newtonowska dynamika w obszarze atomowym pracuje, a elektron atomu w stanie podstawowym porusza się wzdłuż trajektorii swobodnego spadku.

Porównanie obliczeń teoretycznych [23] z pomiarami, w szerokim zakresie energii, nie pozostawia miejsca na żadne wątpliwości:

elektron, to obiekt, zachowujący się zgodnie z zasadami klasycznej dynamiki, który w atomie wodoru porusza się wzdłuż trajektorii swobodnego spadku.

Wbrew, więc zasadzie komplementarności Bohra, jak i wbrew zasadzie nieoznaczoności Heisenberga,

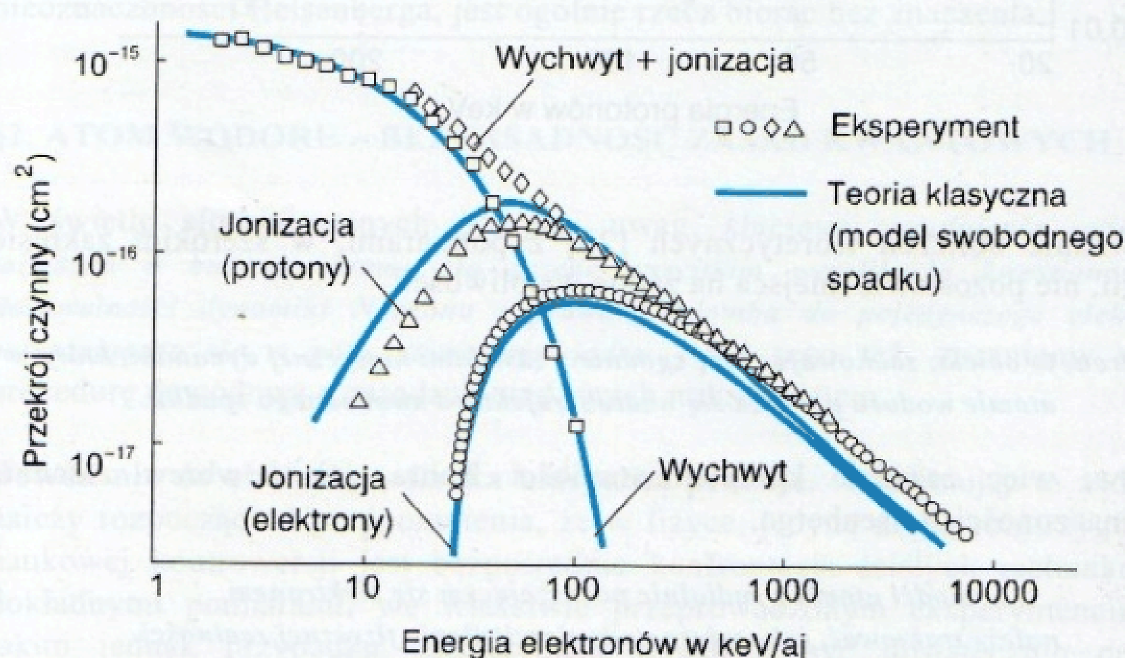
model atomu z radialnie poruszającym się elektronem, należy traktować, jako wierne odzwierciedlenie fizycznej realności.



Rys.2. Prawdopodobieństwo przechwytu elektronu dla tegoż samego eksperymentu co powyżej, ale w zakresie bardzo niskich energii, a więc tam, gdzie według Bohra i Heisenberga nie mamy prawa stosować opisu klasycznego. Otrzymany rezultat jest dowodem na to, że tak zasada komplementarności, jak i zasada nieoznaczoności są pryncypialnie błędne. Tymczasem, w całej istniejącej na ten temat literaturze fachowej, ***oscylacyjny charakter przechwytu jest przytaczany jako dowód na falową naturę mikroskopowego świata.*** Tego rodzaju werbalna argumentacja na rzecz mechaniki kwantowej jest regułą obejmującą cały obszar fizyki atomowej. W ten to sposób tworzy się mit o doskonałości teorii, która jest fundamentalnie błędna.

Aby nie było wątpliwości. W zakończeniu tego punktu należy jeszcze raz z całą mocą powtórzyć pointę sprawy: przedstawiony opis zderzenia jest oparty na ścisłych równaniach newtonowskiej dynamiki ze ściśle zdefiniowanymi warunkami początkowymi. Po zdefiniowaniu atomu algorytm obliczeniowy nie posiada żadnych dopasowujących parametrów; a więc konkluzja wynikająca ze zgodności obliczeń z eksperymentem nosi absolutny charakter. Metodologicznie jest to taka sama droga postępowania, na jakiej Rutherford doszedł do koncepcji punktowego jądra.

Raz zdefiniowany, określający warunki początkowe problemu zderzeniowego, atom jest niezmiennym fragmentem wszelkich obliczeń. I tak, niezależnie od tego, czy będziemy obliczać jonizację elektronami, protonami, pozytronami czy cząstkami α, czy też wzbudzenie lub rozpraszanie, parametry opisujące atom pozostawać pozostają niezmienne. Przy zadanym typie pocisku i po sprecyzowaniu jego energii, w procedurze obliczeniowej zmieniać się będzie jedynie metodologia zliczania przypadków określających efekt końcowy zderzenia określony rodzajem eksperymentu. W ten to sposób, możemy obliczyć nie tylko chwytanie elektronów przez protony w eksperymencie Helbiga i Everhardta, ale i masę innych procesów zderzeniowych, tak jak te pokazane poniżej [24,25].

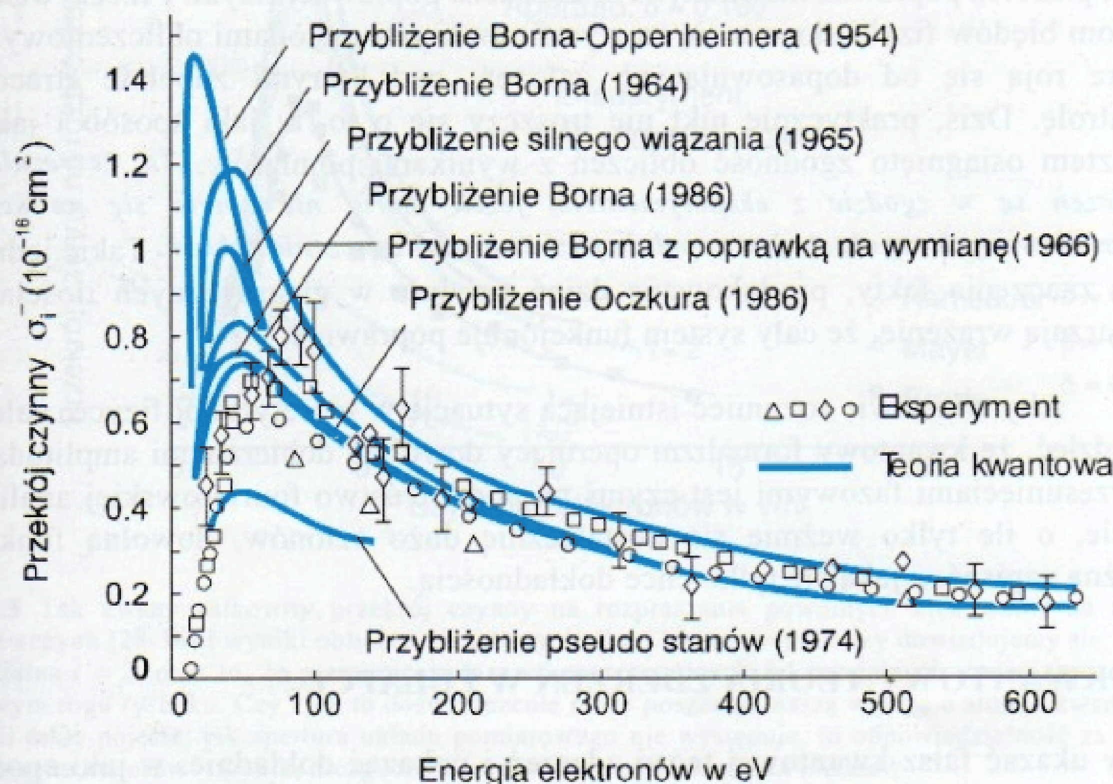


Rys.3. Przekroje czynne na jonizację elektronami i protonami oraz przekrój czynny na przechwyt dla wodoru atomowego, pomierzone i obliczone w oparciu o atomowy model swobodnego spadku. Tak rozległa zgodność z pomiarami obliczeń, opierających się na pozostającym bez zmian algorytmie, eliminuje całkowicie argument przypadkowej zgodności. Oznacza to, że tak procedura obliczeniowa, jak i model atomu odzwierciedlają istotę mikroskopowej rzeczywistości.

§3. KWANTOWA TEORIA ZDERZEŃ BORNA

Kwantowa teoria zderzeń to fundamentalnie zła teoria. Analizując konsekwencje omówionego powyżej podstawowego problemu fizyki zderzeń atomowych na całokształt rozumienia procesu poznawczego mikroświata, należy mieć na uwadze fakt, że w ramach kwantowej teorii nie istnieje jednoznacznie zdefiniowany zderzeniowy algorytm obliczeniowy, w którym warunki początkowe określałyby jednoznacznie wyniki obliczeń. W rezultacie, ***nawet dla tak elementarnego przypadku, jakim jest zderzenie protonu (elektronu) z najprostszym atomem, jakim jest atom wodoru, nie można w ramach mechaniki kwantowej jednoznacznie sformułować procedury obliczeniowej.*** A trzeba wiedzieć, że atom wodoru to jedyny atom, dla którego istnieje ścisłe rozwiązanie równania Schrödingera i znane są funkcje falowe opisujące atom. Aby w ramach mechaniki kwantowej móc rozpocząć jakiekolwiek obliczenia, są niezbędne dodatkowe założenia antycypujące w istocie rzeczy końcowy rezultat.

Wprowadzane *ad hoc*, pozostające całkowicie poza jakąkolwiek kontrolą założenia, są krok po kroku modyfikowane, aż do osiągnięcia „idealnej" zgodności obliczeń z eksperymentem. W rezultacie, nawet w tak trywialnym przypadku, jak jonizacja atomu wodoru elektronami, mamy tyle wyników, ile na ten temat zostało opublikowanych prac, patrz rysunek 4, gdzie są podane przykłady pracochłonnych obliczeń, przeprowadzanych według najrozmaitszych, częstokroć wzajemnie wykluczających się recept.



Rys.4. Przekrój czynny na jonizację atomowego wodoru elektronami. Wyniki pomiarów i rezultaty kwantowych rachunków. To zestawienie uwidacznia bezradność mechaniki kwantowej w odniesieniu do jednego z podstawowych i elementarnych zarazem problemu zderzeń atomowych. Jest to trudny do zakwestionowania argument, że kwantowa teoria zderzeń jest pryncypialnie zła.

Ten jeden prosty przykład, ukazujący całkowitą dowolność w formułowaniu procedur obliczeniowych, od których zależy końcowy rezultat, jest trudnym do zakwestionowania dowodem, że kwantowa teoria zderzeń nie może być poprawna. Zaiste, ***teoria musi być pryncypialnie zła, jeżeli początkowy stan układu jest znany*** (znana jest funkcja falowa opisująca atom wodoru) ***i istnieją pryncypialne, a nie techniczne trudności obliczenia stanu końcowego, po zderzeniu.***

Gigantyczny bluff ! Tu nasuwa się całkiem trywialne pytanie: jak kwantowa teoria może sobie radzić z bardziej skomplikowanymi przypadkami, jeżeli zawiodła w najprostszej sytuacji, jakim jest zderzenie elementarnej cząstki naładowanej z atomem wodoru ?

Tymczasem, tak podręczniki z mechaniki kwantowej, jak i naukowe i popularno-naukowe czasopisma, pełne są oświadczeń, takich jak to, które znalazło się w renomowanym amerykańskim czasopiśmie Physics Today z października 1991. Na stronie 36 znajdujemy tam, takie to stwierdzenie: ***„Kwantowa mechanika pracuje wspaniale we wszystkich praktycznych zastosowaniach. Nie znany jest ani jeden przypadek konfliktu pomiędzy jej przewidywaniami a eksperymentem".*** Jak ta wypowiedź się ma do opisanej powyżej sytuacji ? ***Przecież jest to wierutne kłamstwo !*** Nie. To nie jest kłamstwo, to mająca swe źródło w hipnotycznym zafascynowaniu sformułowanymi przed kilkudziesięciu laty ideami, fanatyczna wręcz, wiara w przyswojone w młodości dogmaty.

Tu nasuwa się kolejne pytanie: skąd się wzięło, to zafascynowanie kwantową teorią i tak piękny jej wizerunek. W jaki sposób taki idealistyczny wizerunek powstał ? Dlaczego znakomita większość fizyków jest głęboko przekonana o doskonałości teorii, kiedy zestaw kwantowych reguł obliczeniowych przypomina książkę kucharską ze spisem przyrządzania potraw. A jak pokazaliśmy powyżej, *ad hoc* powstające receptury też zawodzą.

Aby dać odpowiedź na to pytanie, należy sobie uzmysłowić, że głównym czynnikiem kreującym aktualną wizję fizyki jest wyrafinowana matematyka. Ale, przecież poprawna matematyka nie oznacza poprawnej fizyki. I rzeczywiście, ogrom błędów fizyki skrywa się za wyrafinowanymi metodami obliczeniowymi, które roją się od dopasowujących założeń, nad którymi zupełnie stracono kontrolę. Dziś, praktycznie nikt nie troszczy się o to, w jaki sposób i jakim kosztem osiągnięto zgodność obliczeń z wynikami pomiarów. ***To, że rezultaty obliczeń są w zgodzie z eksperymentem, jeżeli teoria nie opiera się na ściśle sformułowanych regułach, jest zupełnie pozbawionym znaczenia faktem.*** Takie jednak bez znaczenia fakty, produkowane dzień po dniu w gigantycznych ilościach, stwarzają wrażenie, że cały system funkcjonuje poprawnie.

Aby właściwie rozumieć istniejącą sytuację w teoretycznej fizyce, należy wiedzieć, że kwantowy formalizm operujący dowolnie dobieranymi amplitudami i przesunięciami fazowymi jest czymś na podobieństwo fourierowskiej analizy, gdzie, o ile tylko weźmie się dostatecznie dużo członów, dowolną funkcję można zapisać, z jaką się tylko chce dokładnością.

§4. KWANTOWY TEORIA ZDERZEŃ W PUŁAPCE !

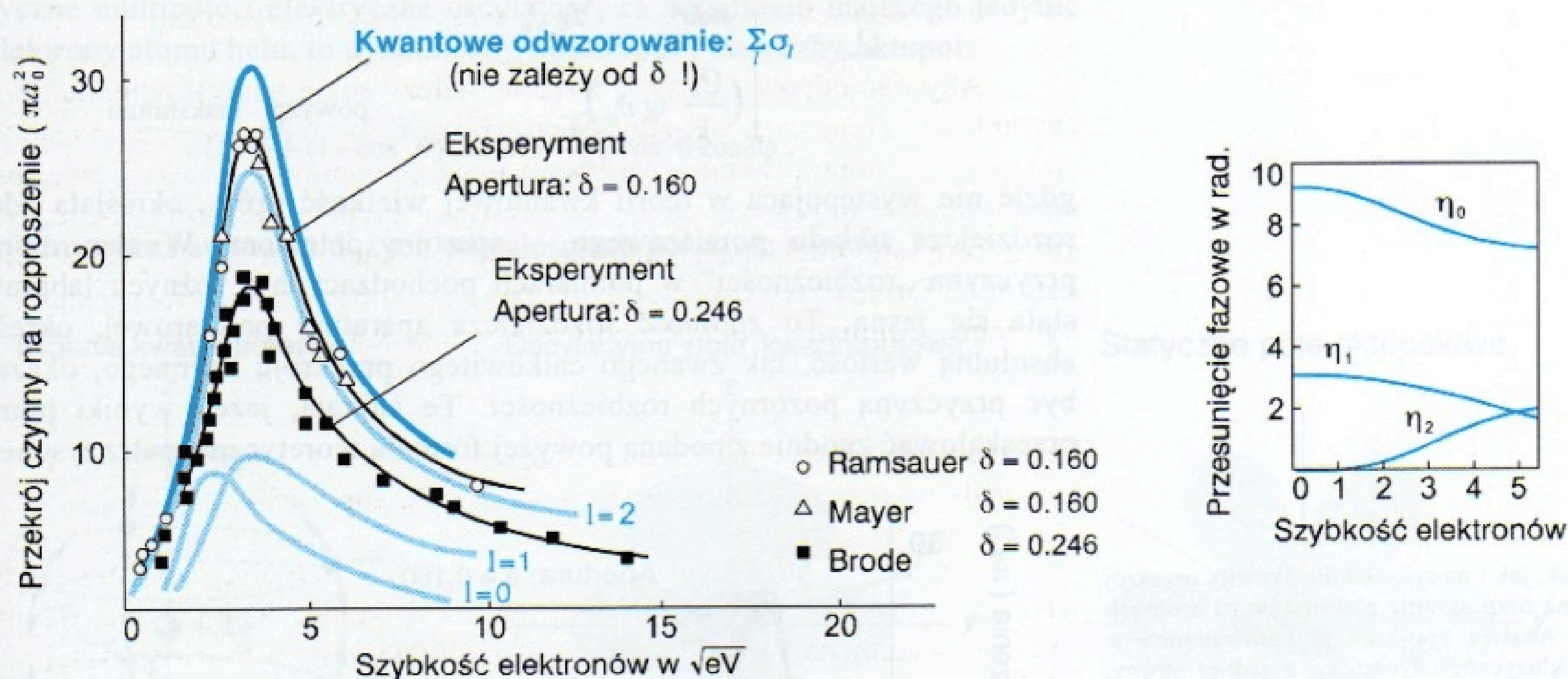
Aby ukazać fałsz kwantowej teorii zderzeń i pokazać dokładnie, w jaki sposób pracuje fourierowsko podobna procedura dopasowania, spójrzmy na kwantową „teorię" zjawiska Ramsauera. A trzeba wiedzieć, że zjawisko to jest wciąż prezentowane, jako koronny argument mający świadczyć o nie stosowalności fizyki klasycznej do opisu zjawisk mikroświata.

Przesunięcie fazowe – parametr dopasowania kwantowej teorii. Całkowity przekrój czynny na rozpraszanie, taki, jaki jest mierzony w eksperymencie Ramsauera, w kwantowej teorii zderzeń wyraża się, ogólnie rzecz biorąc, poprzez następujący szereg:

$$Q_{sc} = \left(\frac{h^2}{2m}\right)\left(\frac{1}{E}\right)\sum_{l=0}^{\infty}(2l+1)\sin^2\delta_l(E)\ ,$$

gdzie przesunięcia fazowe δ_l spełniają *de facto* rolę dopasowującego parametru. Oblicza się je według pewnej określonej procedury, na podstawie *ad hoc* wprowadzonego potencjału. Z tym, że sama procedura obliczania przesunięć fazowych nie jest jednoznacznie sformułowana i poprzez wprowadzanie różnych poprawek antycypujących końcowy rezultat, istnieją możliwości dodatkowych manipulacji – efektem takiego manipulowania jest całe spektrum rezultatów, umożliwiających idealne dopasowaniu się do wyników eksperymentalnych. Ale w przypadku zjawiska Ramsauera, Natura przygotowała na kwantowych teoretyków pułapkę. Pomiary przekrojów czynnych na rozpraszanie powolnych elektronów na atomach gazów szlachetnych, przeprowadzane w różnych ośrodkach badawczych [28-30], wykazywały różnice sięgające 40%, znacznie przekraczając ramy błędu statystycznego, patrz rysunek 5.W ramach formalizmu mechaniki kwantowej nie było żadnych możliwości wyjścia z impasu i wskazania ewentualnych przyczyn występowania tych różnic.

Teoretycy ignorując możliwość, że różnice te mogą mieć swój głęboki fizyczny sens, dopasowali wyniki swoich obliczeń do pomiarów arbitralnie uznanych za najlepsze, sugerując, że te pozostałe, niezgodne z ich teorią, są po prostu złe.



Rys.5 Tak zwany całkowity przekrój czynny na rozpraszanie powolnych elektronów na atomach argonu, pomierzony w różnych ośrodkach badawczych [28-30] i wyniki obliczeń kwantowych. Z tej kwantowej analizy dowiadujemy się, że największy udział w procesie rozpraszania ma fala parcjalna l = 2, oraz to, że przesunięcia fazowe poszczególnych fal parcjalnych zmieniają się wraz z energią, tak jak to jest pokazane w górnym prawym rogu rysunku. Czy i jak to doświadczenie może poszerzyć naszą wiedzę o atomie kwantowa teoria nie mówi nic. Ba, ponieważ w kwantowej teorii takie pojęcie, jak apertura układu pomiarowego nie występuje, to odpowiedzialność za występujące w pomiarach różnice zrzucono na barki eksperymentatorów – wyniki niezgodne z kwantową teorią uznano za błędne !

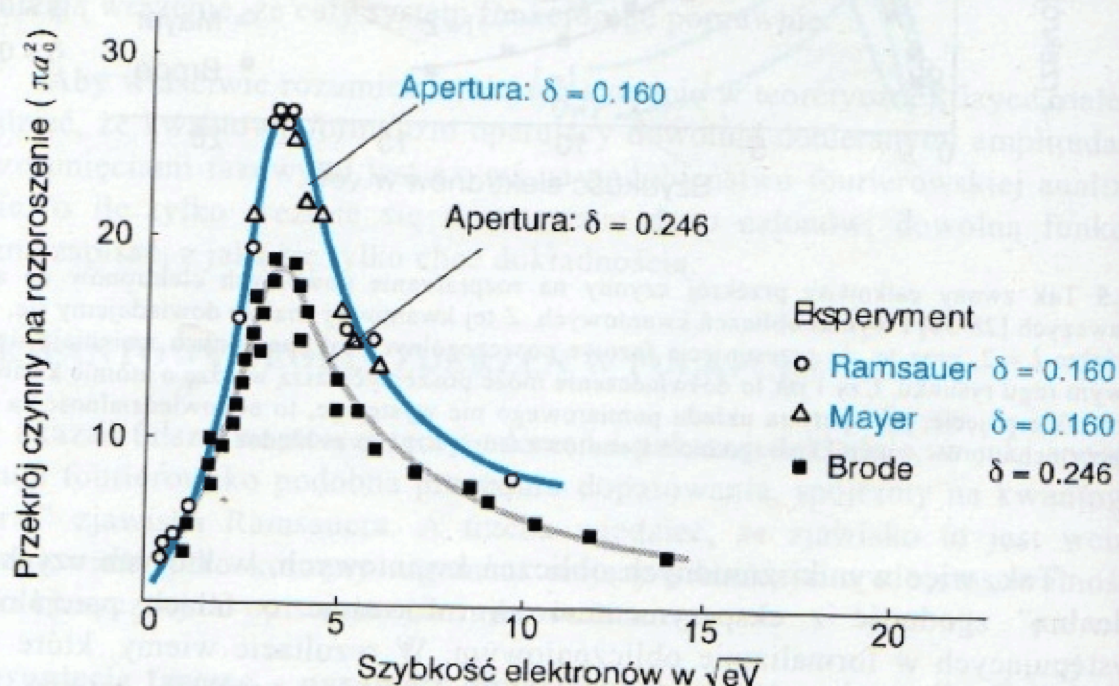
Tak, więc wyniki żmudnych obliczeń kwantowych, w których uzyskano „idealną" zgodność z eksperymentem są informacje o falach parcjalnych występujących w formalizmie obliczeniowym. W rezultacie wiemy, które fale parcjalne dają największy wkład w rozproszeniowy przekrój czynny, jak zmieniają się przesunięcia fazowe $\delta_l(E)$ tych fal wraz z energią rozpraszanych elektronów i które eksperymentalne rezultaty są złe, a które są dobre (dobre to wszystkie te, które są w zgodzie z tak przeprowadzonymi obliczeniami, a złe, które do tych obliczeń nie pasują). I żadnej informacji o badanym atomie!

Apertura układu detekcyjnego –„hak" na kwantową teorię. Ponieważ nie satysfakcjonował mnie taki opis, prostego w istocie rzeczy eksperymentu, tak samo jak nie był usatysfakcjonowany kwantową teorią sam Ramasauer, o czym mogłem się osobiście dowiedzieć od jego najbliższego współpracownika R.Kollatha, postanowiłem sam spojrzeć na problem na gruncie klasycznej dynamiki [11,12]. Wychodząc z faktu, że pomiary obejmowały rozpraszanie elektronów przy bardzo małych kątach, a małe odchylenia rozpraszanych elektronów świadczyły o tym, że elektrony mijają atom na stosunkowo dużych odległościach, można było zastosować bardzo prostą metodę obliczeniową. Wystarczało obliczyć zmianę pędu cząstki, poruszającej się ze stałą prędkością w stałym, bądź też w zmiennym polu elektrycznym, malejącym z określoną potęgą odległości, reprezentującym pole elektryczne atomu. Opierając się na znanej z teorii pola metodzie rozwijania potencjałów na szeregi, można było przy opisie potencjału atomu ograniczyć się do podstawowego członu tego rozwinięcia.

Otrzymana w ten sposób formuła na przekrój czynny, opisująca rozpraszanie w elektrycznym polu elektrycznego multipola rzędu n, statycznego lub też oscylującego z częstością ω, miała postać:

$$Q_{sc} \approx \pi \begin{cases} \dfrac{2E}{m\omega^2} \ln^2\left(\dfrac{2}{\operatorname{tg} \vartheta_0}\right) & \text{poniżej maksimum} \\ \left(\dfrac{Q_n}{E} \operatorname{tg} \vartheta_0\right)^{2/(n+1)} & \text{powyżej maksimum} \end{cases}$$

gdzie nie występująca w teorii kwantowej wielkość $\operatorname{tg}\vartheta_0$, określała zdolność rozdzielczą układu pomiarowego – aperturę detektora. W tym momencie przyczyna „rozbieżności" w pomiarach pochodzących z różnych laboratoriów stała się jasna. To zdolność rozdzielcza aparatury pomiarowej, określająca absolutną wartość, tak zwanego całkowitego przekroju czynnego, okazała się być przyczyną pozornych rozbieżności. Te znikają, jeżeli wyniki pomiarów przeskalować zgodnie z podaną powyżej formułą teoretyczną, patrz rysunek 6.



Rys.6 Tak, jak i na rysunku 5 całkowity przekrój czynny na rozpraszanie elektronów na atomach argonu. Analiza zjawiska przeprowadzona w ramach klasycznej dynamiki, z jednej strony, wyjaśnia występujące różnice – wynikają one z różnic apertury detektora rozpraszanych elektronów, a z drugiej strony, przynosi istotne informacje o elektrycznym polu atomu. Okazuje się, że na dużych odległościach, pole elektryczne atomu gazu szlachetnego jest szybko oscylującym polem kwadrupolowym. Zaskakujący dla fizyków początków dwudziestego wieku rezultat, zmniejszania się wraz z maleniem prędkości rozpraszanych elektronów, całkowitego przekroju czynnego znalazł proste wyjaśnienie. Efekt pozornego zmniejszania się rozmiarów atomu okazał się być inherentną cechą pól zmiennych [11,12].

Wyjaśniła się również zagadka obniżania się wartości przekroju czynnego na rozpraszanie w obszarze małych szybkości, która była źródłem frustracji fizyków lat trzydziestych ubiegłego stulecia. Po prostu, na atom patrzono jako na obiekt statyczny przypisując mu stałe pole elektryczne. Tak, więc ***odkryta na gruncie klasycznej dynamiki zależność całkowitego przekroju czynnego od czynnika aparaturowego, jakim jest zdolność rozdzielcza, potwierdziła, że klasyczna dynamika na poziomie atomowym pracuje, a cały formalizm kwantowej teorii zderzeń jest wydumaną fikcją.***

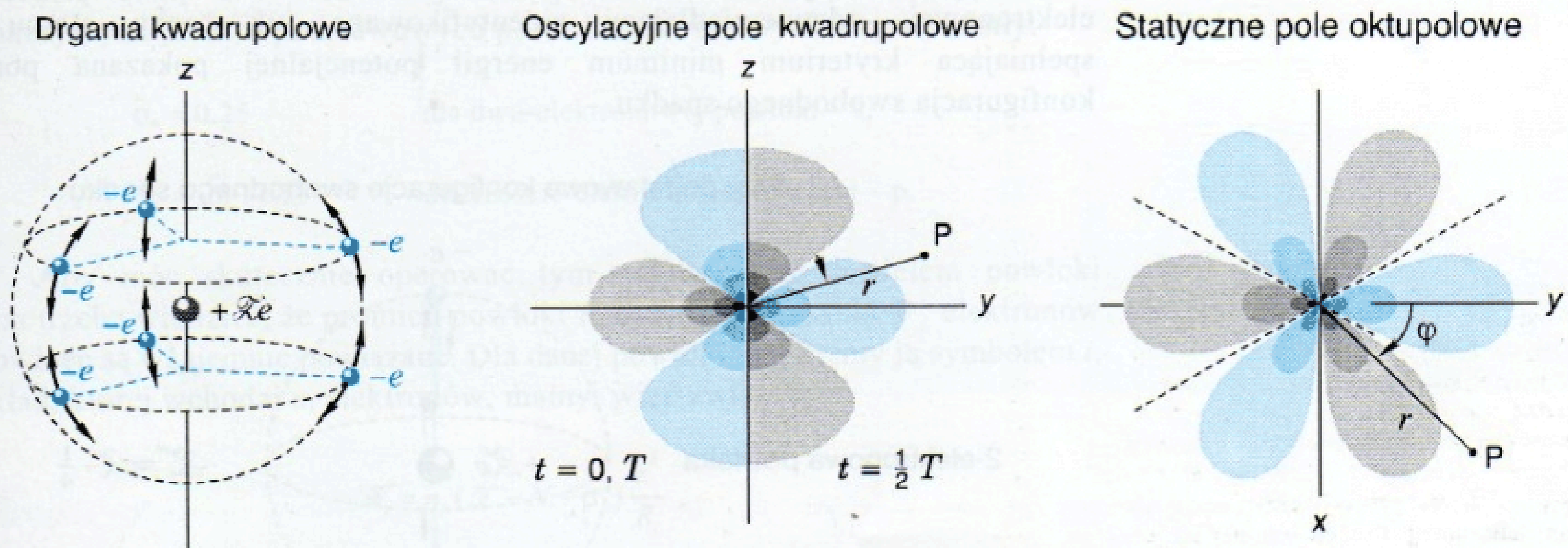
Informacje o atomie, a nie o przesunięciach fazowych. O ile, więc na podstawie kwantowych rachunków dowiedzieliśmy się, jakie są amplitudy i przesunięcia fazowe funkcji ψ w omawianym eksperymencie, to analiza przeprowadzona na gruncie klasycznej dynamiki dostarczyła nam istotnych informacji o atomie. I tak, dowiedzieliśmy się, że:

– efekt Ramsauera odzwierciedla oscylacje pola elektrycznego atomu ($\omega \neq 0$),
– siły Van der Waalsa mają swe źródło w pryncypialnie nie sferycznym, kątowo zależnym, polu elektrycznym atomu.

Oznacza to, że pole elektryczne atomu, włącznie z atomami gazów szlachetnych, nic nie ma wspólnego ze sferyczną symetrią, o której mówi mechanika kwantowa i jest z natury rzeczy polem oscylacyjnym. Zidentyfikowane na podstawie eksperymentów zderzeniowych, dwa wiodące człony rozwinięcia pola elektrycznego atomów gazów szlachetnych na elektryczne multipole i elektryczne oscylatory, za wyjątkiem mającego jedynie dwa elektrony atomu helu, to dynamiczny kwadrupol i statyczny oktupol:

$$U = \frac{\tilde{Q}_2}{r^3}(1-\cos^2\theta)\cos\omega t + \frac{Q_3}{r^{3+1}}\cos^3\theta\cos 3\varphi \ .$$

Elektryczny obraz atomu na dużych odległościach pokazuje rysunek 7.



Rys.7. Trygonalna symetria pola elektrycznego atomu gazu szlachetnego. Pole to malejące z czwartą potęgą odległości określa oddziaływanie atomów w warunkach gazowych. W niskich temperaturach na pierwszy plan wysuwa się oddziaływanie związane z drganiami kwadrupolowymi, które prowadzą do łączenia się atomów w klastry, stanowiące pierwszy etap tworzenia się fazy skondensowanej.

Chowanie głowy w piasek. Aczkolwiek szczegóły przedstawionych powyżej rozważań zostały opublikowane już wiele lat temu w renomowanych czasopismach naukowych, takich jak: Phys.Rev.Lett. (1975) i J.Chem.Phys. (1975), oraz były prezentowane na międzynarodowych konferencjach o światowym zasięgu VII ICPEAC – Amsterdam 1971 i VIII ICPEAC – Belgrad 1973, studentom na uniwersytetach wciąż się mówi, że

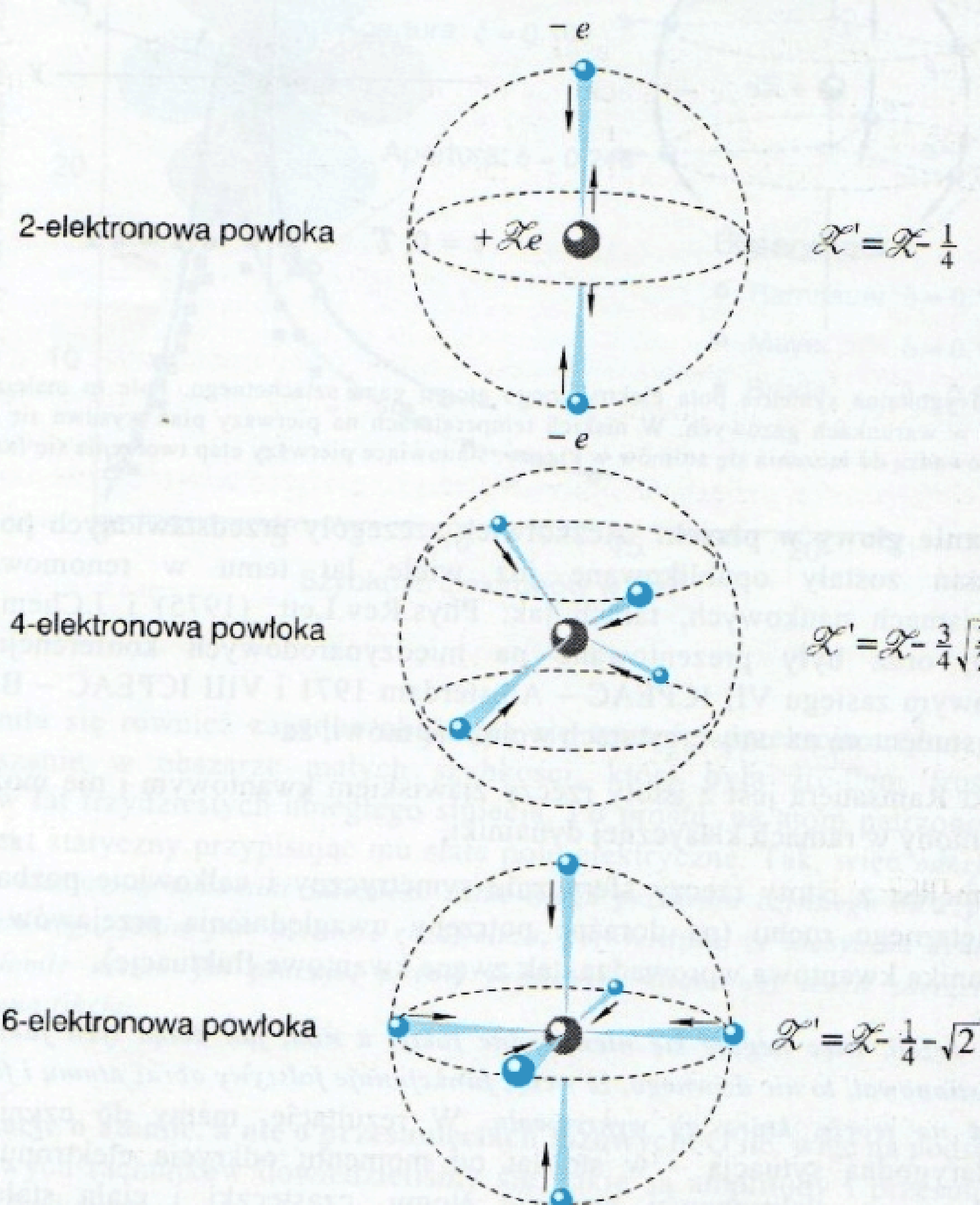
– efekt Ramsauera jest z istoty rzeczy zjawiskiem kwantowym i nie może być wyjaśniony w ramach klasycznej dynamiki,

– atom jest z istoty rzeczy sferycznie symetryczny i całkowicie pozbawiony wewnętrznego ruchu (na doraźne potrzeby uwzględnienia przejawów ruchu mechanika kwantowa wprowadza, tak zwane kwantowe fluktuacje).

Jeżeli, więc neguje się niewygodne fakty, a nikt, jak dotąd tych faktów nie zakwestionował, to nic dziwnego, że wciąż funkcjonuje fałszywy obraz atomu i fałszywy pogląd na teorię, która go wykreowała. W rezultacie, mamy do czynienia z niewiarygodną sytuacją – w sto lat od momentu odkrycia elektronu nasze informacje o elektronowej budowie atomu, cząsteczki i ciała stałego są właściwie żadne. Podawane w ramach mechaniki kwantowej gęstości funkcji elektronowych są, tak jak kwantowe przekroje czynne w fizyce zderzeń atomowych, służą jedynie do skomplikowanego zapisu wyników eksperymentalnych, a nie niosą żadnych informacji o budowie atomu. A teraz pokrótce o tym, co o elektronowej budowie materii dowiedzieliśmy się w oparciu o klasyczną teorię zderzeń z pomiarów zderzeniowych.

§5. BUDOWA ATOMU – MODEL SWOBODNEGO SPADKU

Od fizyki zderzeń do modelu atomu. Kluczowy wniosek płynący z fizyki zderzeń atomowych dotyczący budowy atomu to stwierdzenie, że elektrony w atomach poruszają się zgodnie z zasadami klasycznej dynamiki i że w atomie dominuje radialna kinetyka. Wychodząc z tych ustaleń, a zmierzając do skonstruowania dynamicznego modelu atomu wielo-elektronowego należy mieć na uwadze, że ***każdy atom, jako zunifikowana jednostka mikroskopowego świata, musi posiadać identyczne, niezmienne w czasie własności*** – innymi słowy, elektronowe trajektorie muszą być zamknięte, a ruch musi być ruchem okresowym. Okresowość ruchu implikuje, zgodnie z wnioskami płynącymi z fizyki zderzeń atomowych, że elektrony w atomie poruszają się zespołowo, a ich rozmieszczenie cechuje wysoka symetria. Najprostszy model powłoki elektronowej, odzwierciedlający zidentyfikowane już cechy atomu, to spełniająca kryterium minimum energii potencjalnej pokazana poniżej konfiguracja swobodnego spadku.



Rys.8. Najprostsza forma ruchu zespołowego kilku elektronów w polu centralnym jądra. Wszystkie elektrony są w tym przypadku kinematycznie i energetycznie ekwiwalentne – a więc taka konfiguracja może być traktowana jako model elektronowi powłoki. Istotnie, w oparciu o taki prosty model można ilościowo opisać wiele obserwowanych własności atomów.

Cechą charakterystyczną konfiguracji swobodnego spadku jest pełne wyzerowanie składowych kątowych sił oddziaływania pomiędzy elektronami. Generalnie rzecz biorąc, można to osiągnąć przy dowolnej parzystej liczbie elektronów, dzieląc je na dwie równe grupy i rozmieszczając symetrycznie na dwu symetrycznie usytuowanych względem jądra identycznych okręgach.

Prosty model – proste obliczenia. W przypadku dwu identycznych grup elektronów, symetrycznie rozmieszczonych na dwu identycznych okręgach, równanie opisujące ich zespołowy, trójwymiarowy generalnie rzecz biorąc ruch, ma postać:

$$m\frac{d^2r}{dt^2}=\frac{\left(\mathscr{Z}-\sigma(\hat{r})\right)e^2}{r^2}\hat{r}\,,$$

gdzie $\mathscr{Z}\,e$ jest ładunkiem jądra, a tak zwany współczynnik ekranowania $\sigma(\hat{r})$ reprezentuje elektrostatyczne oddziaływanie między elektronami. Funkcja określająca współczynnik ekranowania $\sigma(\hat{r})$ jest dla danej liczby elektronów jednoznacznie określona i łatwo je wyprowadzić z prostych geometrycznych rozważań [31]. Przy czysto radialnym ruchu współczynnik ekranowania jest wielkością stałą i w dwu najbardziej nas interesujących przypadkach, nawiązujących do dwu podstawowych powłok elektronowych atomu, mamy:

$$\sigma_s = 0.25 \qquad \text{dla dwu-elektronowej powłoki – s,}$$

$$\sigma_p = \sqrt{2}+0.25 \qquad \text{dla sześcio-elektronowej powłoki – p.}$$

Aby móc skutecznie operować tym najprostszym modelem powłoki atomu trzeba wiedzieć, że promień powłoki R_i i energia wiązania $\mathscr{W}_i$ elektronów w powłoce są wzajemnie powiązane. Dla danej powłoki, oznaczmy ją symbolem i, w skład, której wchodzi n_i elektronów, mamy, więc związek:

$$\mathscr{W}_i = n_i\,(\mathscr{Z}-N-\sigma_i)\frac{e^2}{R_i}\,,$$

gdzie $\mathscr{Z}$ jest liczbą atomową danego atomu, N_i jest liczbą elektronów wchodzących w skład powłok wewnętrznych, a σ_i określa oddziaływanie elektronów w rozpatrywanej powłoce. W oparciu o powyższą zależność możemy łatwo oszacować rozmiary wszystkich powłok elektronowych atomu, jako że całkowita energia powłoki $n_i\mathscr{W}_i$ jest równa sumie potencjałów jonizacji danej powłoki:

$$n_i\mathscr{W}_i=\sum_{j=1}^{n_i=2,6,10}\mathscr{I}_j\,,$$

a te względnie łatwo można pomierzyć.

Wychodząc z faktu, że konfiguracja swobodnego spadku jest szczególnym rozwiązaniem problemu Keplera, a więc energia wiązania $\mathscr{W}$ i okres ruchu T są powiązane zależnością:

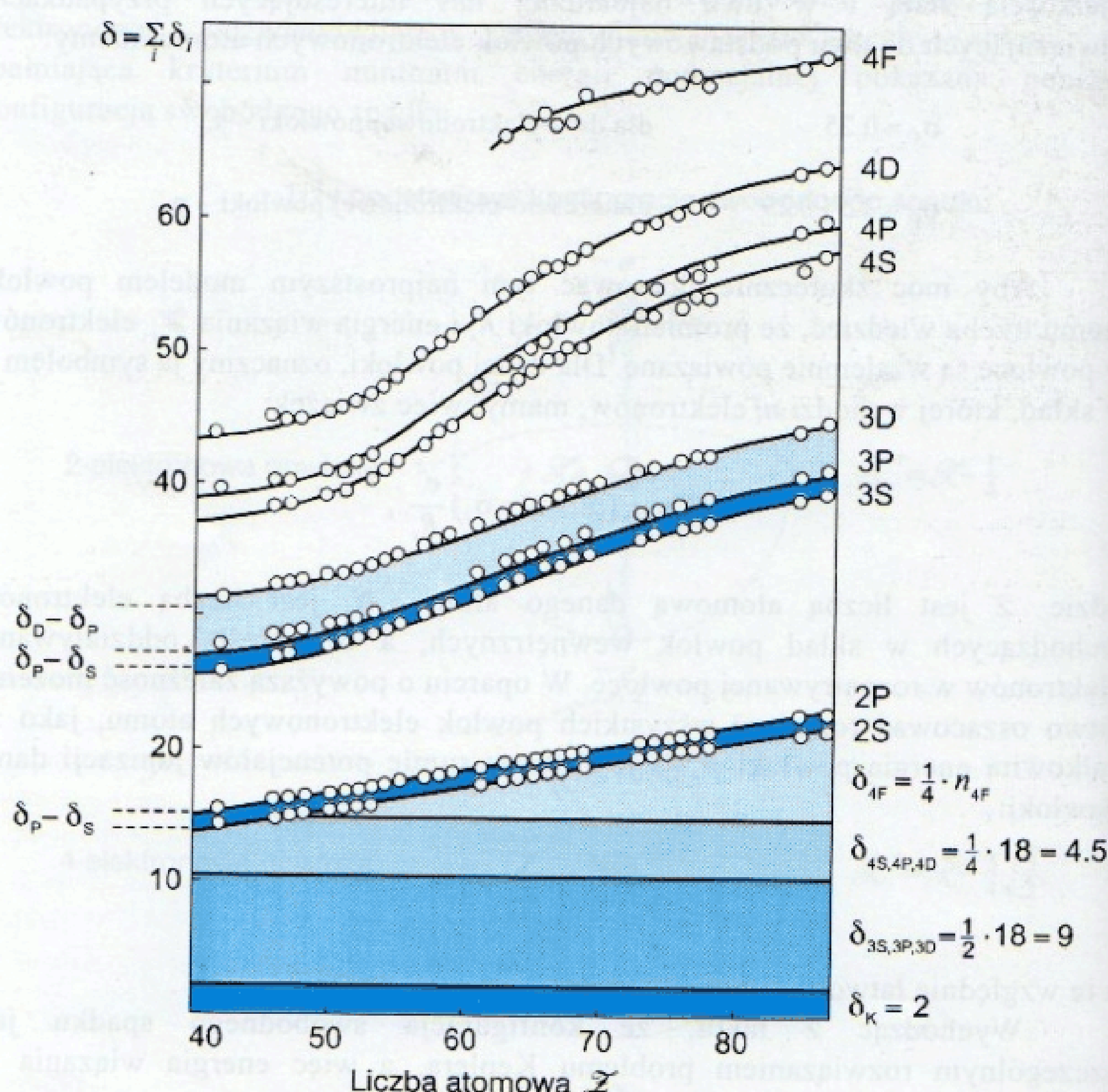
$$T=\pi\,\mathscr{Z}\,e^2\sqrt{\frac{m}{2\mathscr{W}^3}}\,,$$

możemy obliczyć okres drgań każdej powłoki. Ponieważ pole elektryczne atomu zależy w pierwszym rzędzie od jego powłoki zewnętrznej, to obliczając T dla tej powłoki, będziemy znać podstawową częstość pulsacji, ν, pola elektrycznego atomu:

$$\nu=\frac{1}{T}\,.$$

W ten to sposób, na podstawie wysoce wyidealizowanego modelu powłoki elektronowej, otrzymujemy szereg istotnych informacji o atomie, które są całkiem wystarczające dla wielu przybliżonych obliczeń. O niektórych z nich powiemy w następnym paragrafie.

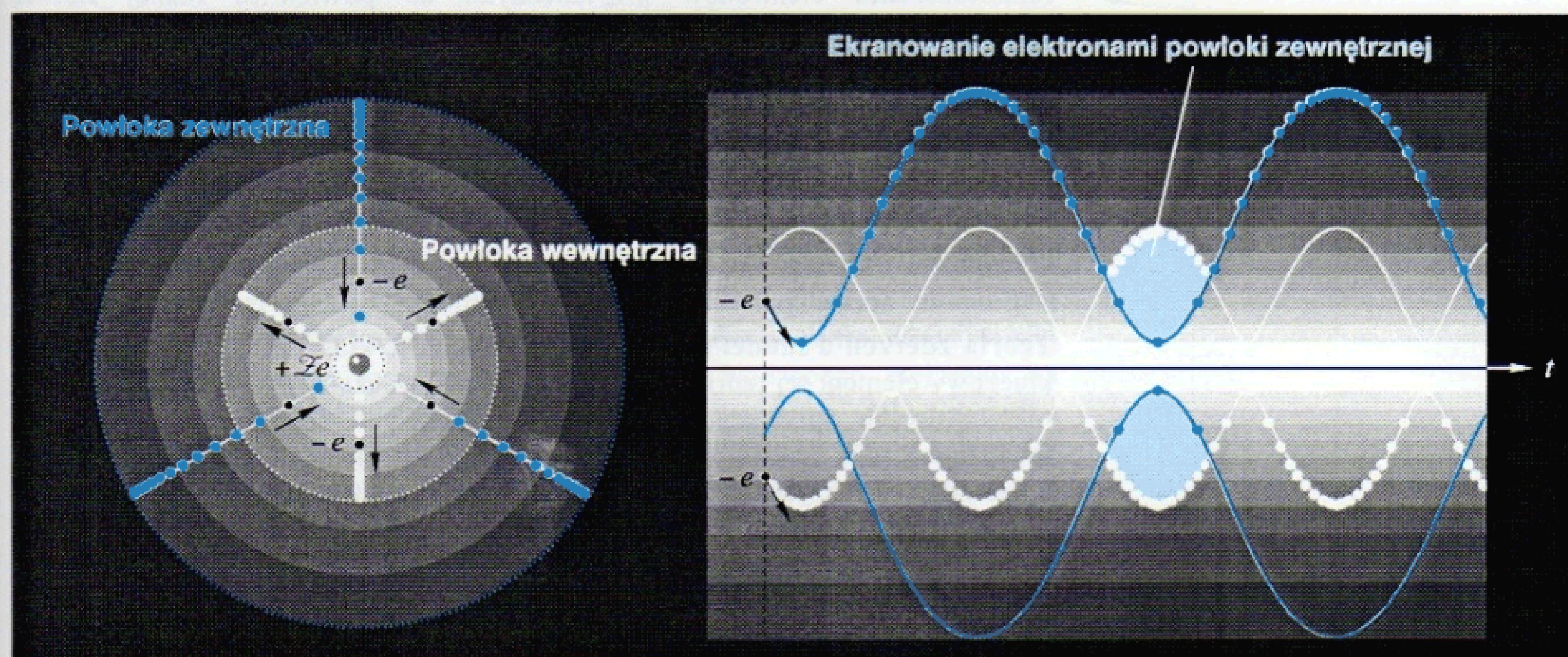
Prawie stuletnia zagadka. Zanim jednak przejdziemy do zastosowań, jeszcze słów kilka o samym modelu, który pozwolił rozwiązać kilkudziesięcioletnią zagadkę. A dotyczy ona, nie zrozumiałego na pierwszy rzut oka, wpływu elektronów powłok zewnętrznych na współczynnik ekranowania w powłokach wewnętrznych. Zależność taką stwierdzono analizując widmo liniowe promieniowania rentgenowskiego. Okazało się, że ogromne bogactwo linii rentgenowskich można sprowadzić do niewielkiej liczby poziomów energetycznych, określonych poprzez kilka współczynników ekranowania odzwierciedlających pogrupowanie elektronów w powłoki (K, L, M, N, O) i pod-powłoki (s, p, d, f). Wyniki tej analizy przedstawione są na zamieszczonym poniżej rysunku.



Rys.9. Współczynnik ekranowania dla różnych powłok elektronowych w zależności od liczby atomowej $\mathcal{Z}$. Kółeczka reprezentują wartości otrzymane z pomiarów rentgenowskich, zaś obszary zacienione określają udział poszczególnych powłok elektronowych obliczone na podstawie modelu swobodnego spadku przy założeniu prostej współmierności okresów drgań poszczególnych powłok.

Przedstawiony powyżej wykres, skonstruowany jeszcze na przełomie lat dwudziestych i trzydziestych ubiegłego stulecia [39], to był pierwszy, niepodważalny dowód powłokowej budowy atomu. Zagadką była, nie podlegająca dyskusji, ewidentna zależność współczynnika ekranowania powłok wewnętrznych atomu od liczby elektronów w powłokach zewnętrznych. Na gruncie Bohrowskiego modelu atomu, z elektronami poruszającymi się po kołowych orbitach, zależność ta stała w sprzeczności z całą wiedzą o elektryczności. Pomimo że współczynnik ekranowania stanowi kluczową charakterystykę atomu to nie doczekał się on również ilościowego opisu na gruncie mechaniki kwantowej, o której się mówi, że rozwiązała wszystkie podstawowe problemy budowy atomu. Na ile brak ten fakt jest wstydliwy dla mechaniki kwantowej może świadczyć to, że podręczniki z mechaniki kwantowej o tej ważnej charakterystyce atomu w ogóle nie wspominają.

Zagadka wyjaśnia się. Ta niewyjaśniona od lat sprawa, przestaje jednak być zagadką, jeżeli spojrzymy na problem z perspektywy atomowego modelu swobodnego spadku. Po prostu, przy radialnej kinetyce, elektrony zewnętrznej powłoki część czasu spędzają wewnątrz powłoki wewnętrznej, patrz rysunek 10.



Rys.10. Szkic pokazujący, w jaki sposób elektrony warstw zewnętrznych mogą wpływać na współczynnik ekranowania warstw wewnętrznych. Ekranowanie pola jądra elektronami zewnętrznej warstwy, a więc warstwy o mniejszej energii wiązania, jest rezultatem radialnego przemieszczania się elektronów. Po prostu elektrony warstwy zewnętrznej pewien czas przebywają wewnątrz warstwy wewnętrznej. W stanie stacjonarnym okresy drgań wszystkich powłok muszą być idealnie zsynchronizowane – co oznacza, że muszą one tworzyć sekwencję typu 2^n. Taka sekwencja określa prawidłowo udział warstw zewnętrznych w ekranowaniu pola jądra elektronami warstw zewnętrznych.

Aby stworzyć ilościowy pogląd na sprawę, należy wyjść z relacji określającej synchroniczność ruchu elektronów w całym atomie. Można oczekiwać, że okresy ruchu dla kolejnych powłok elektronowych (K, L, M, N, ...) muszą spełniać następującą relację:

$$\frac{T_n}{T_1} = 2^n \ .$$

Przy takim założeniu, łatwo wyprowadzić formułę określającą wartość współczynnika zewnętrznego ekranowania dla danej powłoki. Ma ona postać:

$$\sigma_i^{zew} = N_{zew}\, 2^{-(n_i-1)/(n_{zew}-1)} \ ,$$

gdzie N_{zew} jest liczbą elektronów danej powłoki (w skład każdej powłoki wchodzą pod-powłoki s, p, d) zaś suma jest rozciągnięta na wszystkie powłoki zewnętrzne (n_{zew} = 1, 2, 3, 4, 5 , odpowiednio dla powłok K, L, M, N, O).

Różnice współczynnika ekranowania w ramach jednej powłoki, ale dla różnych pod-powłok s, p, d, są określone różnicą współczynników ekranowania odpowiednich powłok:

$$\sigma_{sp} = \sigma_p - \sigma_s \simeq 1.4 \ .$$

$$\sigma_{pd} = \sigma_d - \sigma_p \simeq 4.5 \ .$$

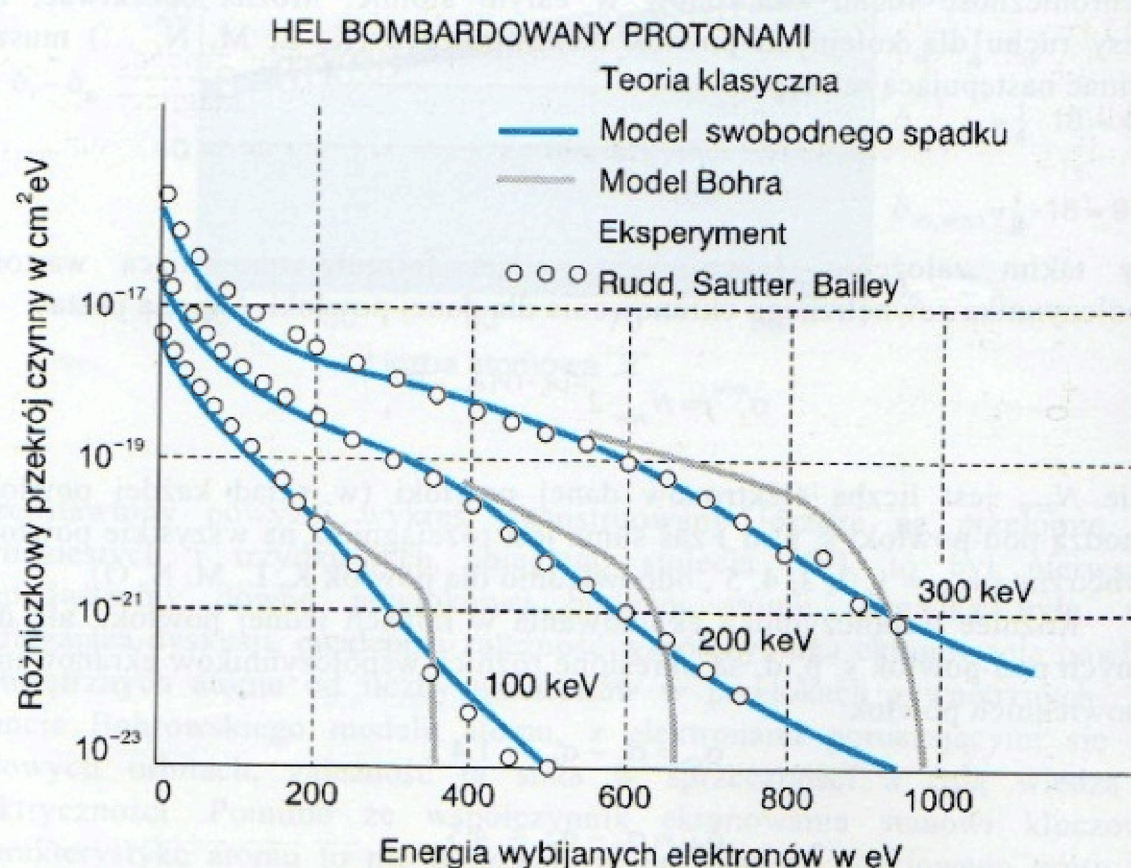
Otrzymane w ten sposób oszacowanie jest w zdumiewającej zgodności z eksperymentem, co rozwiązuje liczącą już kilkadziesiąt zagadkę zewnętrznego ekranowania i potwierdza przeto całą koncepcję radialnego modelu atomu.

§6. MODEL SWOBODNEGO SPADKU W ZASTOSOWANIACH

Aczkolwiek rzeczywiste orbity elektronów w atomach wielo-elektronowych nie mogą być idealnie radialnie, jak i nie może mieć miejsca idealna symetria w rozmieszczeniu elektronów przynależnych do powłok o różnej liczbie elektronów, to wyidealizowana konfiguracja swobodnego spadku okazuje się całkiem nieźle odzwierciedlać własności atomu. Lista problemów, jakie się udało rozwiązać na bazie tego prostego modelu i klasycznej dynamiki, ignorując kwantowe zakazy wynikające z zasady Heisenberga, jest nie krótka. Teraz podamy dwa takie przykłady. Jeden, pokazujący rolę modelu atomu w teorii zderzeń, a drugi, pokazujący rolę modelu atomu w obliczeniach atomowego diamagnetyzmu.

Teoria zderzeń a model atomu. Model atomu w klasycznej teorii zderzeń to kluczowy element tej teorii. Określa on warunki początkowe dla układu równań różniczkowych opisujących ruch cząstek biorących udział w zderzeniu. W formalizmie sformułowanym w tak zwanym przybliżeniu zderzeń binarnych, gdzie zderzenie szybkiej cząstki naładowanej z atomem traktuje się jako sumę niezależnych zderzeń z jego elektronami, model atomu wchodzi do algorytmu obliczeniowego, przede wszystkim poprzez funkcję opisującą rozkład prędkości elektronów w danym atomie. Postać tej funkcji wynika z kształtu elektronowej orbity. W przypadku ruchu po elipsie jest ona jednoznacznie określona poprzez mimośród eliptycznego toru.

W ten to właśnie sposób obliczone zostało widmo energetyczne elektronów wybijanych z atomów helu prędkimi protonami. Aczkolwiek obliczenia są obarczone pewnym błędem wynikającym z matematycznego uproszczenia problemu, zagadnienie wielu ciał zostało aproksymowane poprzez sumę niezależnych zderzeń binarnych, to wpływ modelu atomu na wyniki obliczeń, jest bardzo wyraźny, patrz rysunek 11.



Rys.11. Widmo energetyczne elektronów wybijanych z atomu helu protonami o różnych energiach pomierzone, Rudd, Sautter i Bailey [33], oraz obliczone w przybliżeniu zderzeń binarnych [32]. Otrzymany rezultat był, z jednej strony, świadectwem stosowalności dynamiki Newtona i prawa Coulomba do opisu ruchu orbitalnego elektronów w atomie, z drugiej strony, był dowodem na radialną kinetykę atomu.

I tak to, po raz kolejny przekonujemy się, że klasyczna dynamika pracuje, a model swobodnego spadku prawidłowo odtwarza wyniki pomiarów.

O skuteczności metody rachunkowej opartej na przybliżeniu zderzeń binarnych i modelu swobodnego spadku świadczy wiele rozpatrzonych przypadków, patrz na przykład ref.34. W przypadku nieelastycznych zderzeń atomowych, kiedy mamy do czynienia z dużymi transferami energii, zgodność obliczeń z pomiarami jest wystarczająco duża, aby uznać tak sformułowaną teorię jako bazę do opisu zjawisk w wysokotemperaturowej plaźmie, plaźmie kosmicznej, czy też w obłokach wysoko zjonizowanego gazu korony słonecznej. Aby dobitnie wykazać, że model swobodnego spadku może mieć szersze zastosowanie przytoczę jeszcze wyniki obliczeń atomowego diamagnetyzmu, jakie w przeszłości dane mi było przeprowadzić [13].

Atomowy diamagnetyzm a model atomu. Stosunkowo proste rozważania z zakresu klasycznej elektrodynamiki pokazują, że diamagnetyzm atomu jest określony poprzez średni kwadrat odległości elektronów od jądra atomu, ściślej mówiąc poprzez średni kwadrat rzutu promienia wodzącego elektronu na płaszczyznę prostopadłą do linii sił pola magnetycznego. W przypadku trajektorii swobodnego spadku, pomiędzy średnią wartością kwadratu odległości od jądra a punktem zwrotnym na trajektorii, oznaczmy go przez R_i, mamy następującą zależność:

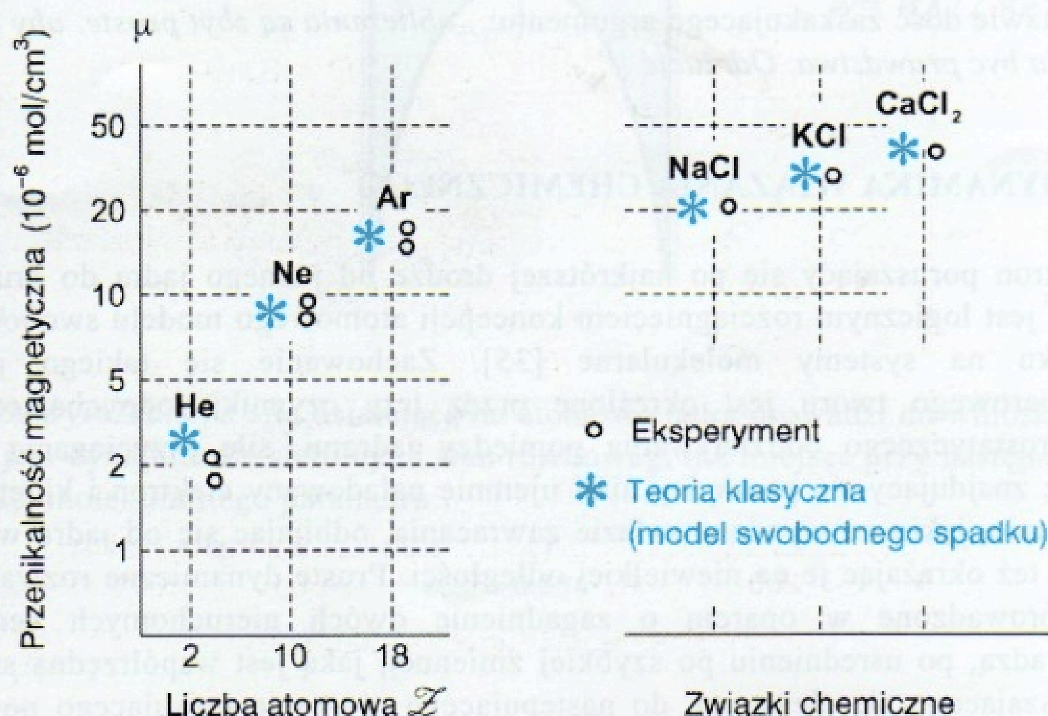
$$\overline{r_i^2} = \tfrac{5}{8} R_i^2 \,.$$

Oznaczając przez θ_i kąt, jaki tworzy trajektoria swobodnego spadku z kierunkiem pola magnetycznego i obliczając sumę

$$\sum_{i=1}^{N_e} R_i^2 \cos^2\theta_i \,,$$

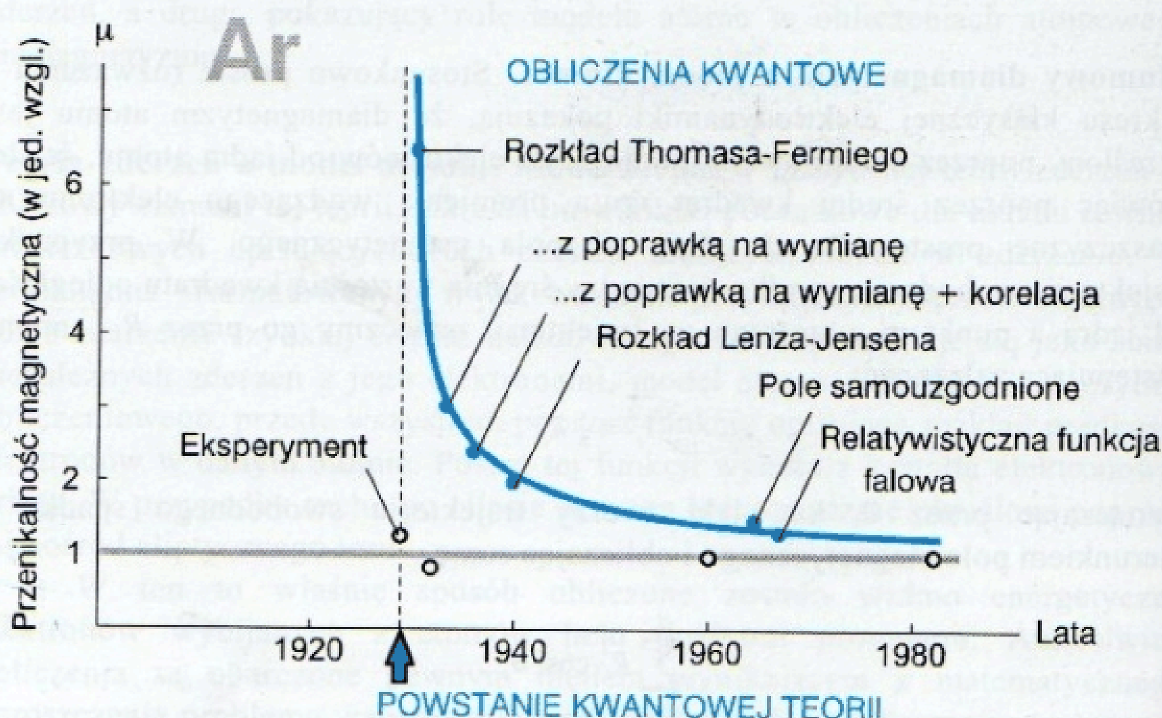
gdzie sumowanie jest rozciągnięte po wszystkich elektronach rozpatrywanego atomu, otrzymamy poszukiwaną wartość. Jeżeli atomy są chaotycznie zorientowane w przestrzeni, to przy uśrednianiu znika zależność od kąta θ_i, a w powyższej formule należy po prostu położyć $\cos^2\theta_i = \frac{2}{3}$.

W ramach takiej trywialnej, ale ściśle sformułowanej procedury, nawet maturzysta może natychmiast wyliczyć przenikalność magnetyczną dla dowolnego atomu. Rezultaty tego typu obliczeń przedstawione są na rysunku 12.



Rys.12. Diamagnetyzm atomów gazów szlachetnych i pewnych prostych związków chemicznych: pomierzony oraz obliczony według ścisłych reguł klasycznej elektrodynamiki na podstawie modelu swobodnego spadku [13].

O ile rachunki oparte na modelu swobodnego spadku są trywialne, to kwantowe procedury obliczeniowe, podobnie jak w przypadku zderzeń atomowych, są matematycznie wyrafinowane i prowadzone z pogwałceniem podstawowych zasad fizyki. Formalną zgodność uzyskuje się wprowadzając, krok po kroku, coraz bardziej wymyślne założenia odnośnie funkcji falowej, która spełnia rolę „dopasowującego", a jak mówią „uczeni" fizycy, „fitującego" parametru. W ten to sposób, uzyskuje się w końcu „idealną" zgodność z eksperymentem. To, jak w praktyce wygląda takie dochodzenie do „idealnej" zgodności z eksperymentem, ukazuje rysunek 13.



Rys.13. Historia obliczeń kwantowych atomowego diamagnetyzmu argonu. Ukazana historia jeszcze raz potwierdza tezę, że w kwantowej teorii nie istnieją jednoznacznie sformułowane zasady obliczeniowe. Tu należy zwrócić uwagę na fakt, że funkcje falowe dla argonu, jakie dają zgodność „teorii" z eksperymentem w tym przypadku nie mają żadnego związku z funkcjami falowymi, które dają zgodność „teorii" z eksperymentem w innym przypadku, na przykład w przypadku efektu Ramsauera. Trywialne rachunki klasyczne, nie wychodzące poza zwykłą arytmetykę, dyskwalifikują kwantową mechanikę całkowicie. Aby uzyskać „idealną" zgodność obliczeń z pomiarami mechanice kwantowej potrzebne było pół wieku.

Porównanie rezultatów trywialnej arytmetyki z wyrafinowanymi obliczeniami kwantowo-mechanicznymi, takimi jak te cytowane powyżej, jest nieco ambarasujące, gdyż ośmiesza w zasadzie całą kwantową mechanikę. Nic więc dziwnego, że praca, której rezultaty pokazane są na rysunku 12, zanim została w 1987 roku opublikowana w International Journal of Magnetism and Magnetic Materials, była odrzucona przez redakcję Physical Review, co prawda na podstawie dość zaskakującego argumentu: *„obliczenia są zbyt proste, aby teoria mogła być prawdziwa. Odrzucić !"*.

§7. DYNAMIKA WIĄZANIA CHEMICZNEGO

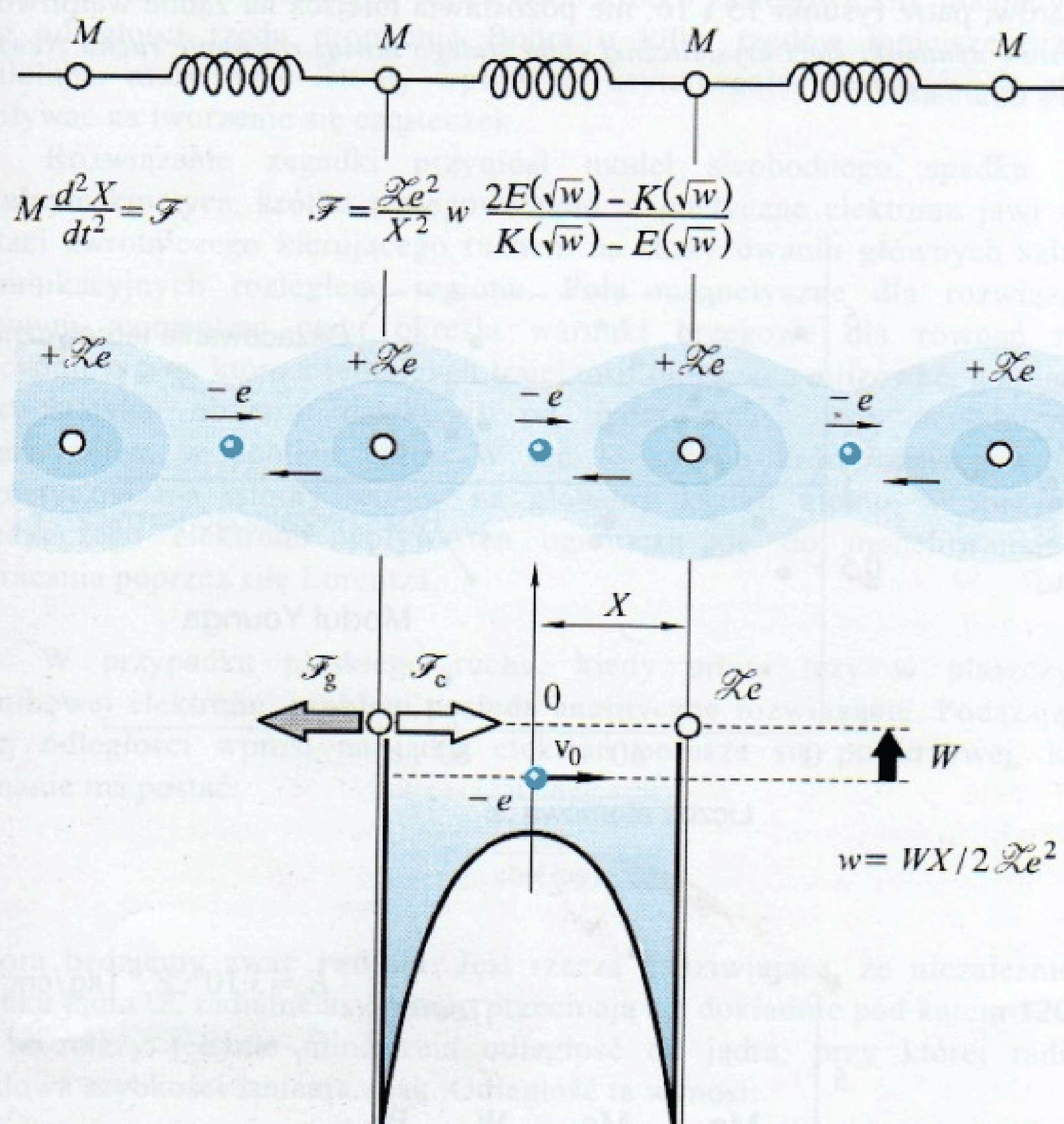
Elektron poruszający się po najkrótszej drodze od jednego jądra do drugiego jądra jest logicznym rozciągnięciem koncepcji atomowego modelu swobodnego spadku na systemy molekularne [35]. Zachowanie się takiego jednowymiarowego tworu jest określone przez trzy czynniki: odpychającą siłę elektrostatycznego oddziaływania pomiędzy jądrami, siłę przyciągania jąder przez znajdujący się pomiędzy nimi ujemnie naładowany elektron i kinetyczne ciśnienie, jakie on wywiera w fazie zawracania, odbijając się od jądra wstecz, bądź też okrążając je na niewielkiej odległości. Proste dynamiczne rozważania, przeprowadzone w oparciu o zagadnienie dwóch nieruchomych centrów, prowadzą, po uśrednieniu po szybkiej zmiennej, jaką jest współrzędna szybko poruszającego się elektronu, do następującego równania opisującego powolną ewolucję układu:

$$M\frac{d^2X}{dt^2}=\frac{\mathscr{Z}e^2}{X^2}\Big(\mathscr{Z}-4w\frac{2K(\sqrt{w})-E(\sqrt{w})}{K(\sqrt{w})-E(\sqrt{w})}\Big),$$

gdzie M jest masą jądra, $\mathscr{Z}e$ reprezentuje jego ładunek, a X jest połową odległości pomiędzy jądrami. E i K to eliptyczne całki pierwszego i drugiego rodzaju o argumencie

$$w=\frac{\mathscr{W}X}{2\mathscr{Z}e^2}$$

gdzie $\mathscr{W}$ jest energią wiązania elektronu w jamie potencjału obu atomowych jąder. Tak przeprowadzone rozważania, dają się niemal automatycznie rozciągnąć na jednowymiarowy molekularny łańcuch z kolektywnie poruszającymi się elektronami, tak jak to pokazuje rysunek 14.



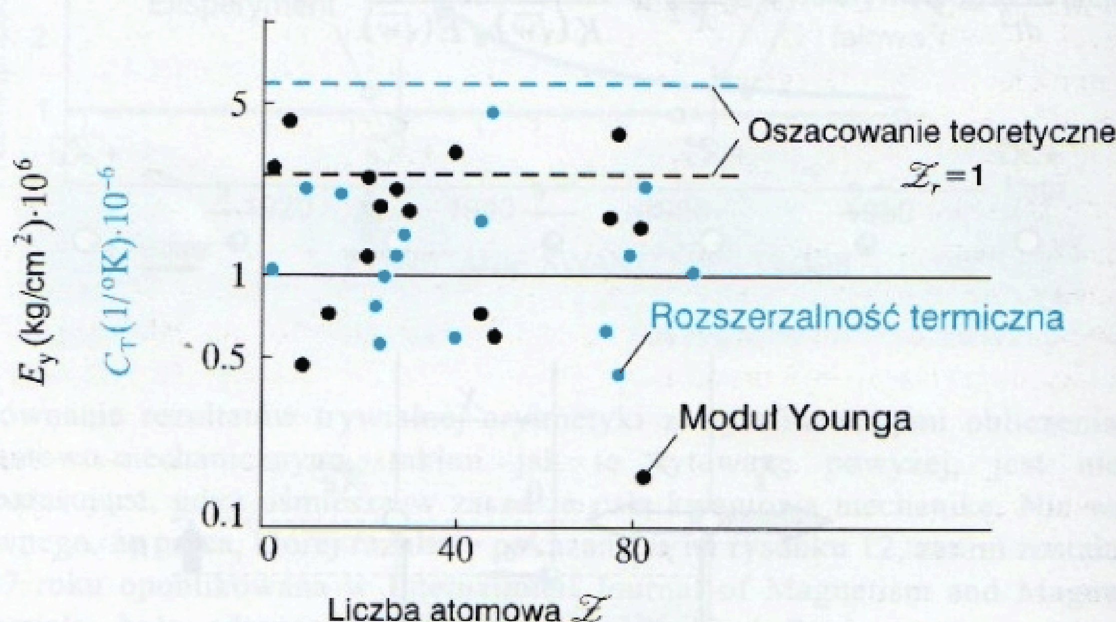
Rys.14. Elektron poruszający się wzdłuż najkrótszej odległości od jednego do drugiego jądra, jak jest obok pokazane, może być traktowany jako model chemicznego wiązania. Dynamika takiego molekularnego systemu jest głównie określona przez dwie siły: F_c – kulombowskie przyciąganie i F_g – gazokinetyczne ciśnienie elektronu odbitego od jądra. Efektywna siła, która jest w pierwszym przybliżeniu proporcjonalna do odchylenia od równowagowego położenia jest źródłem sprężystych własności materii. Skądinąd, jakakolwiek zmiana w energii kinetycznej elektronu, na przykład przez podniesienie temperatury, powoduje zmianę gazokinetycznego ciśnienia, które z kolei zmienia odległość między jądrami. Wszystkie te zmiany mogą być dokładnie obliczone z klasycznego problemu dwóch nieruchomych centrów. Wyniki tych obliczeń są przedstawione w podanej obok zależności. Odtwarzają one własności wyobrażalnych sprężyn używanych w prymitywnym, dynamicznym modelu sieci.

Analiza wyrażenia na siłę działającą na atomowe jądra prowadzi do wniosku, że układ jest dynamicznie stabilny, a stan równowagi ma miejsce przy następującej wartości molekularnego parametru:

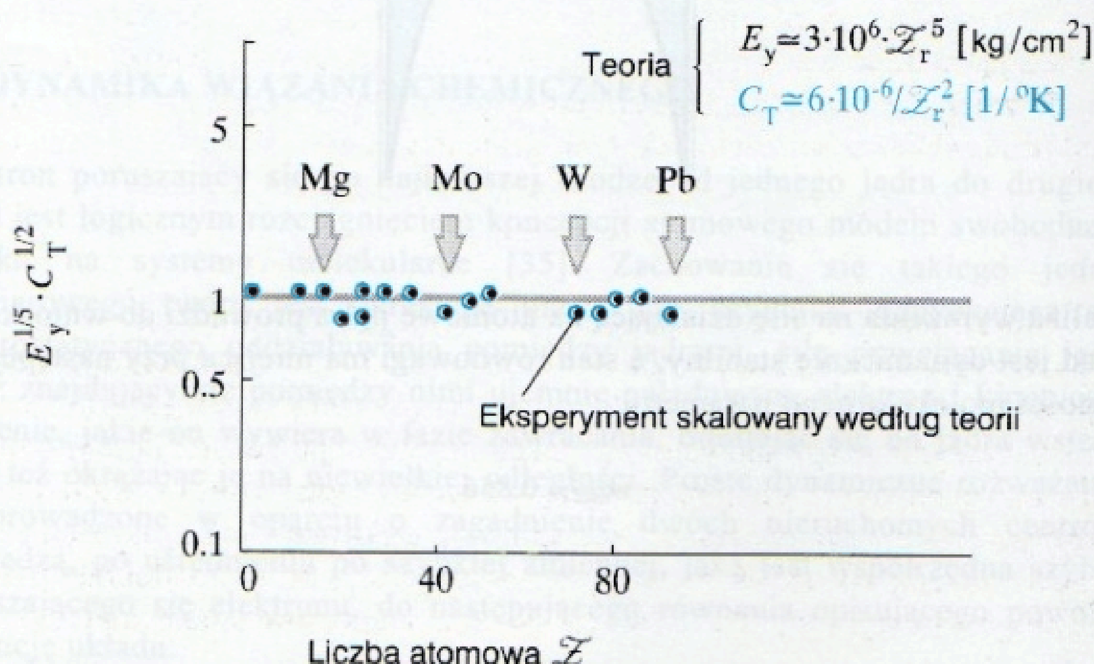
$$w_{\text{mol}}=0.856\,.$$

W przypadku powolnych zmian można wykorzystać twierdzenie o adiabatycznym inwariancie i zamknąć system równań opisujących ewolucję rozpatrywanego układu. Aby czysto mechaniczne rozważania, oparte na równaniu Newtona i prawie Coulomba, odnieść do mikroświata, należy w oparciu o regułę translacyjnej precesji, określić warunki istnienia stanu stacjonarnego, kiedy to poruszający się z przyspieszeniem elektron nie traci energii na promieniowanie. Mając do dyspozycji wartość molekularnego parametru określającego równowagę układu i dyskretne spektrum stanów stacjonarnych otrzymujemy jeden z podstawowych parametrów charakteryzujących ciało stałe, jakim jest bezwzględną wartość stałej sieciowej. Otrzymana w ten sposób wielkość oddaje prawidłowo fizyczną realność.

Ponadto, mając zamknięty układ równań opisujących molekularny łańcuch możemy natychmiast obliczyć, tak moduł Younga, jak i współczynnik rozszerzalności termicznej. Konfrontacja tak uzyskanych rezultatów z wynikami pomiarów, patrz rysunki 15 i 16, nie pozostawia miejsca na żadne wątpliwości: ***u podstaw dynamiki sieci krystalicznej ciała stałego tkwią: równanie ruchu Newtona i prawo Coulomba.***



Rys.15. Moduł Younga (E_y) oraz współczynnik rozszerzalności cieplnej (C_T) jako funkcja liczby atomowej $\mathcal{Z}$. Czarne i niebieskie punkty to wyniki pomiarów, zaś czarne i niebieskie linie to wielkości wyliczone dla różnych wartości ładunku atomowego rdzenia.



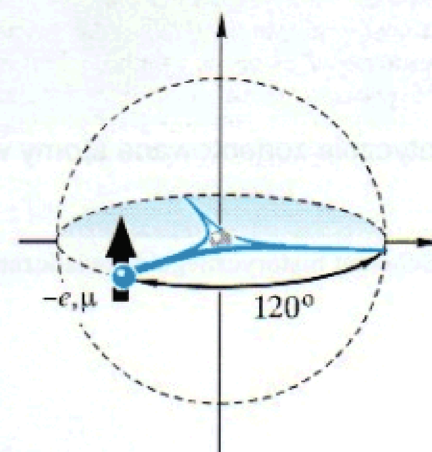
Rys.16. Stosunek, dla przeskalowanych zgodnie z teorią, pomierzonych wartości modułu Younga E_y i współczynnika rozszerzalności termicznej C_T. Wiedząc jak te współczynniki zależą od ładunku atomowego rdzenia $\mathcal{Z}_r$ można było w ten sposób wyeliminować nieznaną wielkość. Przeskalowane zgodnie z wynikami Wiedząc więc, że E_y jest proporcjonalne do $\mathcal{Z}_r^5$, a C_T jest odwrotnie proporcjonalne $\mathcal{Z}_r^2$ można było, obliczając iloczyn $\sqrt[5]{E_y} \cdot \sqrt{C_T}$, przedstawić stosunek wyników pomiarów w postaci niezależnej od ładunku rdzenia $\mathcal{Z}$. Po pozbyciu się tej zależności, wykazujące ogromna rozpiętość wyniki pomiarów, zostały sprowadzone do jednej prostej na wzdłuż całej tablicy Mendelejewa (!).

§8. SPIN ELEKTRONU – ŹRÓDŁO PORZĄDKU W ATOMIE

Można być zdziwionym jak wiele atomowych i cząsteczkowych problemów być efektywnie rozwiązanych wychodząc z dynamiki Newtona i prawa oddziaływania Coulomba. Skądinąd, nie można być jednak tak naiwnym, aby oczekiwać, że wszystkie zagadnienia atomowej fizyki można rozwiązać w ramach koncepcji punktowego elektronu z punktową masą i z punktowym ładunkiem. I rzeczywiście, od czasu Goudsmitha-Uhlenbecka wiemy, że elektron to obiekt wirujący, którego własności żyroskopowe określa stała Plancka h, a pole magnetyczne wirującej materii moment magnetyczny μ. Obie te wielkości kryją się za pojęciem spinu.

Model swobodnego spadku pozwala rozwiązać kolejną zagadkę. Wielka rola spinu w fizyce atomowej i w chemii molekularnej jest dobrze znana. Nie potrafiono jednak wyjaśnić, w jaki sposób krótko zasięgowe siły magnetyczne, przy odległości rzędu promienia Bohra o kilka rzędów mniejsze niż siła Coulomba, może mieć istotny wpływ na usytuowanie elektronów w atomie i wpływać na tworzenie się cząsteczek.

Rozwiązanie zagadki przyniósł model swobodnego spadku. Przy radialnym kinetyce, krótko zasięgowe pole magnetyczne elektronu jawi się w postaci zwrotniczego kierującego ruchem na skrzyżowaniu głównych szlaków komunikacyjnych rozległego regionu. Pole magnetyczne dla rozwiązań z zerowym momentem pędu określa warunki brzegowe dla równań ruchu i decyduje o tym, które z radialnych trajektorii mogą się realizować, a które nie. Elektrostatyka obszaru dalekiego od jądra, musi być uzgodniona z magnetyzmem w pobliżu jądra. W ten to sposób krótko zasięgowe pole magnetyczne ma istotny wpływ na globalny kształt atomu. W przypadku pojedynczego elektronu wpływ ten ogranicza się do modelowania fazy zawracania poprzez siłę Lorentza.



W przypadku płaskiego ruchu, kiedy orbita leży w płaszczyźnie równikowej elektronu, problem posiada analityczne rozwiązanie. Podążający z dużej odległości wprost na jądro elektron porusza się po krzywej, której równanie ma postać:

$$r = \frac{r_{\min}}{\cos(\frac{1}{3}\varphi)} ,$$

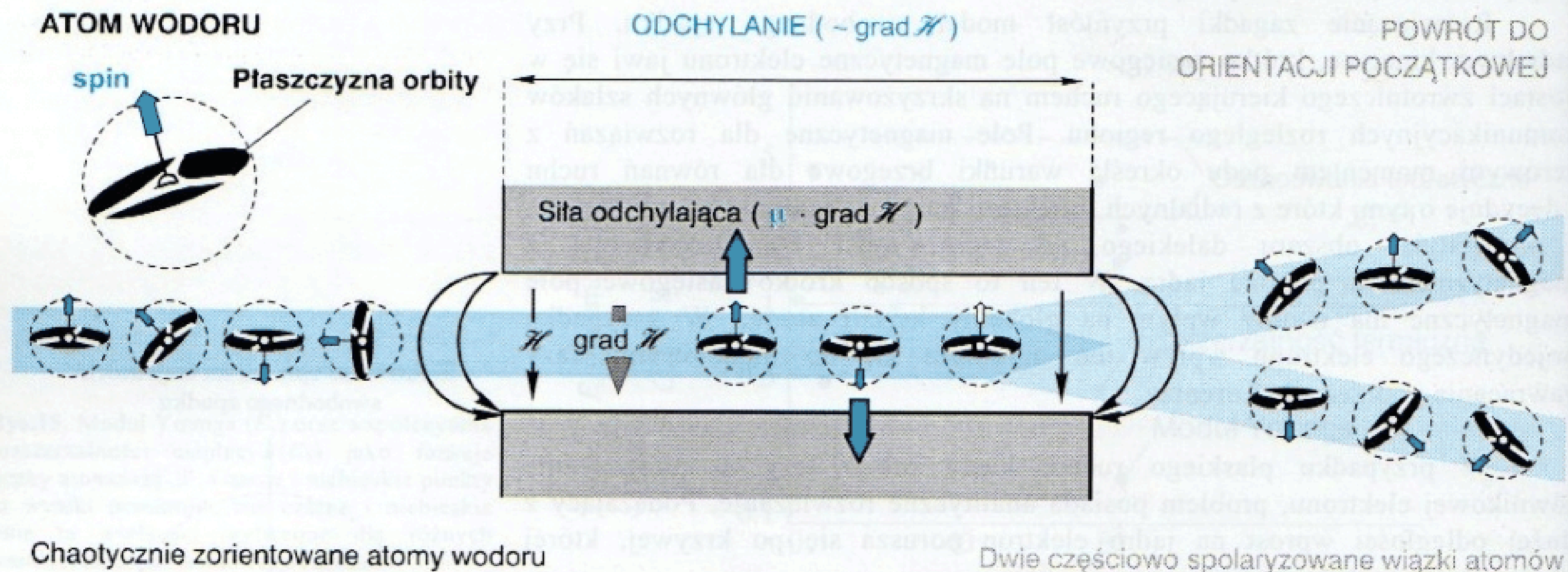
a którą będziemy zwać **radiola**. Jest rzeczą zadziwiającą, że niezależnie od ładunku jądra $\mathcal{Z}$, radialne asymptoty przecinają się dokładnie pod kątem 120^0(!). Od $\mathcal{Z}$ zależy jedynie minimalna odległość od jądra, przy której radialna składowa szybkości zmienia znak. Odległość ta wynosi:

$$r_{\min} = (\mathcal{Z}\alpha)^{1/3}\, \lambda_c \ .$$

Jeżeli punkt zwrotny trajektorii swobodnego spadku nie jest usytuowany w płaszczyźnie równikowej elektronu, wtedy generalnie rzecz biorą trajektoria elektronu nie zamyka się. Numeryczna analiza pokazała, że trajektoria może się zamknąć jedynie w specjalnych warunkach i elektron po pewnej liczbie odbić od jądra może powrócić do punktu startowego, ale tylko wtedy, jeżeli radialne asymptoty trajektorii tworzą z osią spinową elektronu ściśle określone kąty. I znowu można popaść w zadumę, bo okazuje się, że są to dobrze znane w krystalografii kąty: 90^0, 109^0, 120^0 (!). W tym jednak momencie stało się jasne, ***to spin elektronu determinuje kierunkowe własności wiązań chemicznych i w konsekwencji symetrię kryształów.***

Doświadczenie Sterna-Gerlacha. Przepuszczając wiązkę atomów srebra (później tego samego dokonano z wiązką atomów wodoru) przez obszar niejednorodnego pola magnetycznego stwierdzono, że wiązka ulega rozszczepieniu na dwie częściowo spolaryzowane wiązki. Wynik ten był w jawnej sprzeczności z wyobrażeniami fizyków o budowie atomu. Jeszcze dziś w Feynmanowskich wykładach z fizyki można przeczytać, że zjawiska w ramach klasycznej elektrodynamiki wyjaśnić się nigdy nie da.

A tymczasem wyjaśnienie jest i to nadzwyczaj proste, a ma ono swoje źródła znowu w modelu swobodnego spadku. Otóż, najpierw chaotycznie zorientowane atomy wchodzącej w obszar pola magnetycznego wiązki zostają uporządkowane. Atomy orientują się tak, że linie sił pola magnetycznego są prostopadłe do płaszczyzny orbity – efekt diamagnetyczny jest wtedy największy, a z doświadczenia wiemy, że atomy w polu magnetycznym orientują się na maksimum diamagnetyzmu. Na tak zorientowane atomy działa siła skierowana kierunku gradientu pola, lub też w kierunku przeciwnym w zależności od orientacji spinu w stosunku do płaszczyzny elektronowej orbity, patrz rysunek 17, który wyjaśnia w zasadzie wszystko.



Rys.17. Schemat historycznego doświadczenia Sterna-Gerlacha i jego wyjaśnienie na gruncie klasycznej dynamiki.

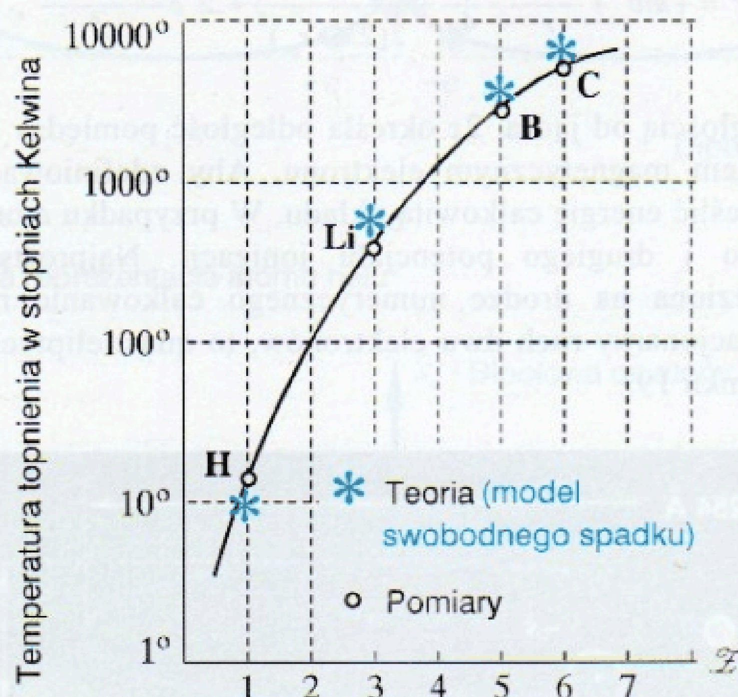
Spin elektronu a przejście fazowe: ciało stałe → ciecz. Z uwagi na krótki niewielki zasięg spinowego pola magnetycznego jego wpływ na ruch elektronu ograniczenia się do niewielkich wartości momentu pędu, dotąd, dopóki odchylenia od ruchu radialnego spowodowane na przykład temperaturą nie przekroczą pewnej krytycznej wartości. Możemy ją oszacować wychodząc z nierówności:

$$m\Delta V_T r_0 = \tfrac{1}{2} h (\mathcal{Z}\alpha)^{2/3} ,$$

gdzie ΔV_T to szybkość elektronu opowiadająca energii drgań termicznych, a r_0 to odległość punktu zwrotnego trajektorii swobodnego spadku od jądra. Z tego to warunku otrzymujemy następującą zależność na temperaturę topnienia:

$$T_{top} = \frac{e^2}{2a_0} \alpha^{4/3} \mathcal{Z}^{10/3} = 10^0 \mathcal{Z}^{10/3}.$$

Obliczone na podstawie powyższej formuły temperatury topnienia dla kilku pierwszych pierwiastków układu okresowego, kiedy można pominąć wpływ powłok wewnętrznych elektronów na radialny ruch elektronu walencyjnego, pokazuje poniższy rysunek.



Rys.18. Temperatury topnienia niektórych materiałów, pomierzone i oszacowane na podstawie modelu swobodnego spadku. Zaskakująca zgodność trywialnego oszacowania z pomiarami to dowód na to, że uchwycona została istota sprawy. Wiodąca rola spinu w budowie sieci krystalicznej ciała stałego jest nie do podważenia.

§9. HEL – MAGNETYCZNA KORELACJA ELEKTRONÓW

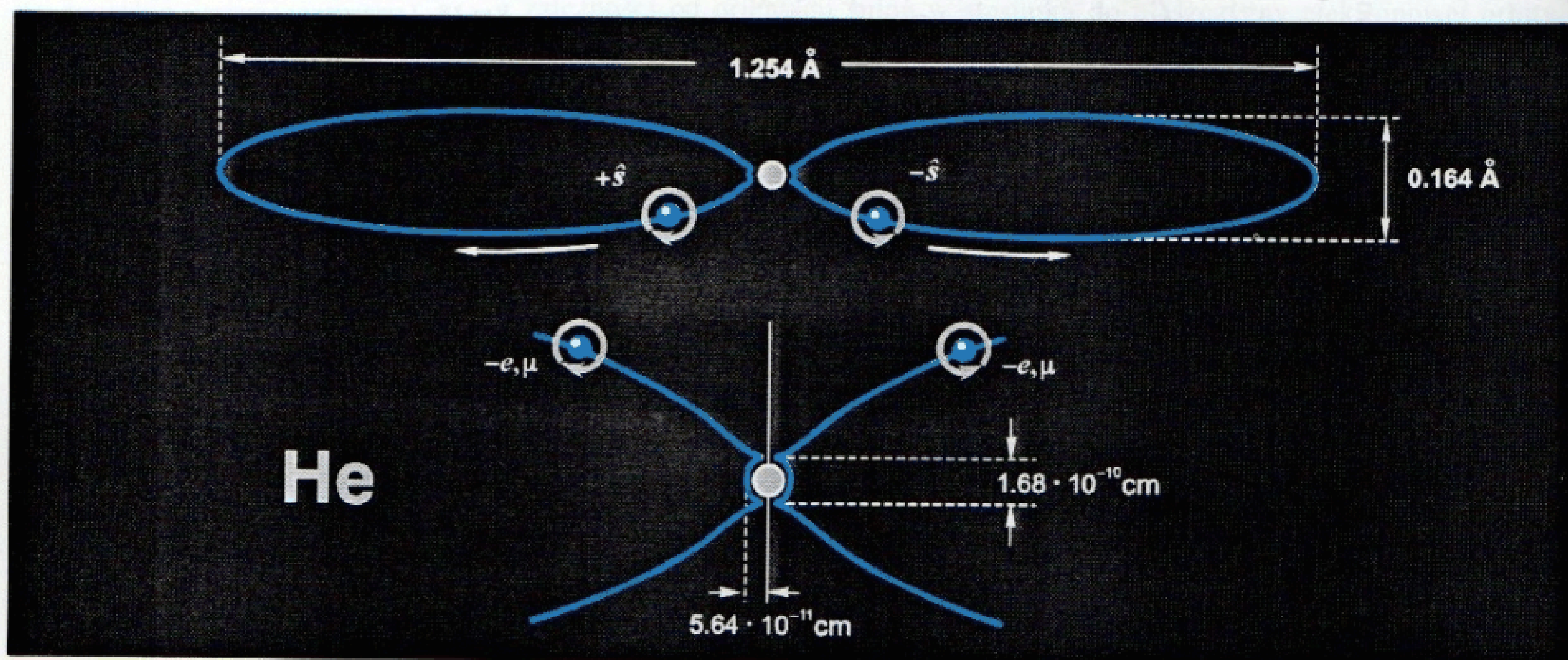
Słuszna zasada (Pauliego) i sztuczny formalizm (kwantowy). Duży wkład w rozszyfrowanie źródeł porządku w mikroskopowym świecie wniosło odkrycie Pauliego mówiące o tym, że elektrony wykazują silną tendencję do łączenia się w pary z anty-równolegle zorientowanymi spinami. Aczkolwiek sformułowano szereg reguł mówiących o zasadach tego łączenia – mówi się o regule Pauliego, czy też o zakazach Pauliego – to w ramach klasycznej dynamiki nie potrafiono znaleźć uzasadnienia dla tych reguł. Energia oddziaływania magnetycznego przy odległości rzędu promienia Bohra kształtuje się na poziomie tysięcznych części elektronowolta i jest daleko nie wystarczająca, aby w ten sposób uzasadniać tworzenie się par elektronowych w trakcie formowania się powłok elektronowych i ich wielką rolę w przemianach chemicznych. W mechanice kwantowej, tak, jak zwykle, problem skwitowano stwierdzeniem, że mamy do czynienia ze zjawiskiem typowo kwantowym, a więc nie musimy się troszczyć o poglądowe wyjaśnienie zjawiska. Pozorując rozwiązanie problemu, wprowadzono nie mające żadnego odniesienia do deterministycznych pojęć fizyki klasycznej pojęcie sił wymiany. Operując na tym pojęciu zbudowano formalizm, który zawsze prowadził do „idealnej" zgodności kwantowej teorii z eksperymentem.

Model swobodnego spadku rozwiązuje problem. Niezrozumiała na bazie modelu Bohra tendencja elektronów łączenia się w pary staje się oczywista na gruncie modelu swobodnego spadku. Przy synchronicznym ruchu, kiedy dwa elektrony jednocześnie zbliżają się w pobliże jądra, gwałtownie rosnąca wraz ze zmniejszaniem się odległości energia oddziaływania magnetycznego, przy antyrównolegle zorientowanych spinach, zaczyna dominować nad energią oddziaływania elektrostatycznego i to ona decyduje o dalszym ruchu obu elektronów. Ogólna analiza równań ruchu dla dwu elektronów ze spinem, a więc kiedy mamy do czynienia z siłami niecentralnymi, prowadzi do wniosku, że *kolektywny ruch w polu Coulombowskim jądra jest możliwy tylko wówczas, jeżeli spiny są zorientowane równolegle lub antyrównolegle.*

Przy anty-równoległych spinach ruch kolektywny jest możliwy tylko przy zerowej wartości momentu pędu, kiedy ruch jest płaski. Lagrangian tak zawężonego problemu ma postać:

$$\mathscr{L} = \tfrac{1}{2}mv^2 + \frac{\mathscr{Z}e^2}{r} - \frac{e^2}{4x} + \frac{\mu^2}{2(2x+r_m)^3} + \mathscr{Z}e\frac{\boldsymbol{v}\cdot[\mu\times\boldsymbol{r}]}{r^4},$$

gdzie r jest odległością od jądra, $2x$ określa odległość pomiędzy elektronami, a r_m jest promieniem magnetycznym elektronu. Aby zdefiniować problem do końca należy określić energię całkowitą układu. W przypadku atomu helu jest to suma pierwszego i drugiego potencjału jonizacji. Najprostsza trajektoria zamknięta, znaleziona na drodze numerycznego całkowanie równań ruchu, reprezentująca stacjonarny ruch dwu elektronów, to quasi eliptyczna trajektoria pokazana na rysunku 19.



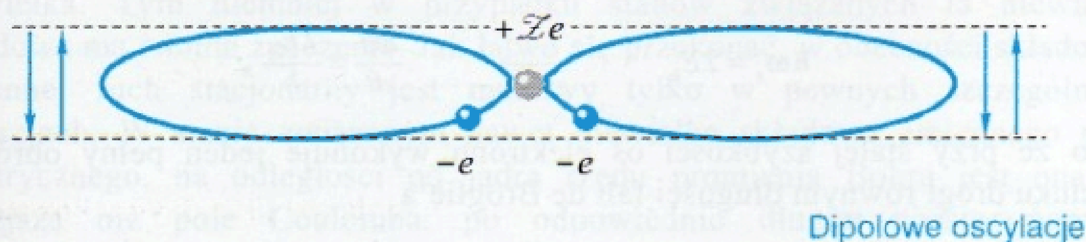
Rys.19. Najprostsza forma kolektywnego ruchu dwu elektronów z antyrównolegle zorientowanym spinami w polu Coulombowskim atomowego jądra. Tak właśnie poruszają się dwa elektrony w atomie helu.

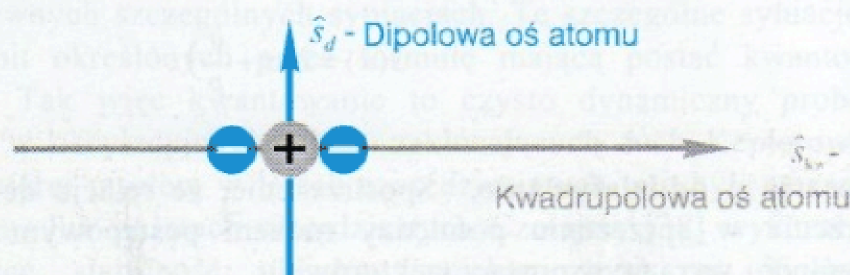
Aby wykazać, że tak otrzymane rozwiązanie to rzeczywiście obraz atom helu należało skonfrontować fizyczne własności wynikające z tego modelu z własnościami obserwowanymi. I tak na przykład, w przypadku atomowego diamagnetyzmu, z obliczeń wynika, że: $\alpha^{\text{theor}} \simeq 2.04 \cdot 10^{-6}$ mol/cm³, podczas, gdy pomiary dają: $\alpha^{\text{exp}} \simeq (1.94 \pm 0.1) \cdot 10^{-6}$ mol/cm³ oraz $(2.02 \pm 0.2) \cdot 10^{-6}$ mol/cm³ . Można podać jeszcze szereg innych przykładów świadczących na rzecz znalezionego rozwiązania, ale argumentem o zasadniczym znaczeniu jest możliwość ilościowego opisu ciekłej fazy helu. Aby móc przeprowadzić analityczne rozważania tej fazy materii, kiedy atomy łączą się wiązane siłami Van der Waalsa, należy znaleźć postać funkcji opisującej pole atomu. Korzystając z rozwinięcia pola atomu na szeregi i obliczając numerycznie współczynniki tych szeregów otrzymujemy:

$$\varphi^{\text{He}} \simeq \frac{Q_1}{r^3}(\hat{q}_1 \cdot \hat{r})\cos\omega t + \frac{Q_2}{r^4}\left(1 - 3(\hat{q}_2 \cdot \hat{r})^2\right)$$

gdzie

$$Q_1 \simeq 0.16\,(ea_0) \quad \text{i} \quad Q_2 \simeq 1.72\,(ea_0^2) \quad \text{oraz} \quad \omega = 2.84\,\omega_0 \, .$$





Rys.20. Rzeczywisty obraz atomu helu, u góry, oraz jego przybliżony obraz, poniżej.

Okazuje się, że dwa pierwsze wyrazy rozwinięcia pola atomu na szeregi wystarczają, aby poprawnie opisać istotne własności gazowej i ciekłej fazy helu, o czym już pokrótce mówiliśmy w końcu poprzedniego rozdziału.

§10. TRANSLACYJNA PRECESJA ELEKTRONU A JEGO „FALOWE" WŁASNOŚCI

W naszych dotychczasowych rozważaniach negowaliśmy jakiekolwiek ruchy osi spinowej elektronu. Jest rzeczą oczywistą, że nie zawsze takie zafałszowanie rzeczywistości jest dopuszczalne. Obecnie spróbujemy spojrzeć na problem startując z wyjściowych pojęć dotyczących materii.

Materia w ruchu. Przesunięcia i obroty. Dwa jakościowo różne atrybuty materii, nadające fizyczną treść temu słowu, to energia ruchu, energia kinetyczna – $E(v)$, oraz energia oddziaływania, energia potencjalna – $\mathcal{U}(r)$. Suma tych energii jest dla danego układu niezmiennikiem, odzwierciedlającym niezniszczalność materii:

$$E + \mathcal{U} = \mathrm{const} = \boldsymbol{E}.$$

Niezmiennik ten, w oparciu o stałą przyrody, jaką jest szybkość światła c, może być wyrażony alternatywnie, przyjmując postać Einsteinowskiej formuły:

$$\boldsymbol{E} = \boldsymbol{m}c^2.$$

Ale ogólnie rzecz biorąc energia ruchu, to energia przesunięć i energia obrotów identyfikowane w eksperymencie, poprzez pomiar szybkości liniowej v i szybkości kątowej ω. Aby określić obiekt w ruchu posługujemy się pojęciem pędu p, zaś aby określić obiekt w ruchu obrotowym posługujemy się pojęciem momentu kinetycznego h. Czy i w jakim stopniu te dwa rodzaje energii ruchu, energii ruchu postępowego wyrażającej się poprzez iloczyn pv, i energii ruchu obrotowego wyrażającej się poprzez iloczyn $\hbar\omega$, odnoszące się do tego samego obiektu są od siebie niezależne, jest sprawą otwartą.

Zastanawiając się nad fizycznym sensem relacji de Broglie'a doszedłem do wniosku, że mamy do czynienia ze sprzężeniem tych dwu form ruchu. Przemieszczenia elektronu są inherentnie sprzężone z precesją osi spinowej:

$$\hbar\omega_s = 2E_k \quad \longrightarrow \quad \frac{d\psi}{dt} = \frac{2E_k}{\hbar},$$

jako że przy stałej szybkości oś elektronu wykonuje jeden pełny obrót, na odcinku drogi równym długości fali de Broglie'a

$$\lambda = \frac{h}{p}.$$

Tak więc dla współrzędnej spinowej mamy periodyczną zależność:

$$\hat{s}(x) = \hat{s}\left(x + \frac{h}{p}\right).$$

Precesja a oddziaływanie. Spostrzeżenie, że relacja de Broglie'a ma swoje korzenie w sprzężeniu pomiędzy ruchem postępowym a obrotami, można uogólnić i wyrazić w postaci wektorowej:

$$\frac{d\hat{s}}{dx} = \frac{p}{h}[\hat{k} \times \hat{s}].$$

gdzie dx jest elementem drogi przebytej przez elektron, a $\hat{k}$ wytycza kierunek w przestrzeni wokół którego obraca się wektor spinu $\hat{s}$. Formalnie, wyrażenie powyższe może być uważane jako różniczkowy ekwiwalent zależności de Broglie. Faktycznie, istnieje istotna różnica między bliżej niezdefiniowanym postulatem de Broglie, a jednoznacznie zdefiniowaną formułą translacyjnej precesji spinu. Formuła translacyjnej precesji nie tylko ujawnia fizyczną naturę fali de Broglie, ale w świetle faktu, że elektron posiada spinowy moment magnetyczny materializuje „falowe" pole elektronu.

Pole falowe elektronu to elektromagnetycznym pole wirującego magnesu.

Korzystając z Maxwellowsko-Lorentzowskich przekształceń dla pola elektromagnetycznego, elektryczna składowa pola „falowego" elektronu wyraża się formułą:

$$\mathscr{E}_s = -\frac{e}{r^2}\left(\frac{v}{c}\right)^2 \left[[\hat{s} \times \hat{k}] \times \hat{r}\right].$$

gdzie zmieniająca się orientacja wektora $\hat{s}$ określona jest formułą translacyjnej precesji. W przypadku elektronu swobodnego wektor $\hat{k}$, którego orientacja jest określona całym poprzednim procesem akceleracji, pozostaje niezmiennie zorientowany w przestrzeni, a $\hat{s}(t)$ jest periodyczną funkcją czasu, lub alternatywnie, periodyczną funkcją przebytej drogi x.

Jak widać z powyższego rola składowej „falowej" pola elektrycznego elektronu w procesie oddziaływania w sposób istotny zależy od stosunku v/c. W doświadczeniach dyfrakcyjnych, gdzie obserwuje się efekty „falowe", stosuje się elektrony o energiach rzędu dziesiątek, a nawet setek keV. W tym więc przypadku składowa „falowa" pola elektrycznego jest porównywalna ze składową pola Coulomba. Należy jednak pamiętać o tym, że w polach **makroskopowych**, to jest takich, których rozmiary są znacznie większe od długości fali de Broglie λ, składowa zmienna pole elektrycznego ulegając uśrednieniu nie ma praktycznie żadnego wpływu na ruch elektronu.

Składowa zmienna pola elektronu a kwantowanie. W przypadku elektronu związanego w polu Coulombowskim jądra szybkości elektronów, generalnie rzecz biorąc są niewielkie i składowa zmienna pola elektrycznego jest również niewielka. Tym niemniej w przypadku stanów związanych ta niewielka składowa ma istotne znaczenie. Jak łatwo się przekonać, w obecności składowej zmiennej ruch stacjonarny jest możliwy tylko w pewnych szczególnych sytuacjach. W stanie związanym nawet niewielka składowa zmiennego pola elektrycznego, na odległości od jądra rzędu promienia Bohra jest ona α^2 mniejsza niż pole Coulomba, po odpowiednio długim czasie, poprzez akumulację małych zmian ilości energii i momentu pędu, może znacząco zmienić orbitę elektronu. Korzystając z formuł rachunku perturbacyjnego wyprowadzonych przez Gaussa można łatwo pokazać, że w obecności siły zaburzającej pochodzącej od translacyjnej precesji ruch stacjonarny jest możliwy tylko w pewnych szczególnych sytuacjach. Te szczególne sytuacje to dyskretny zbiór orbit określonych przez formułę mającą postać kwantowej formuły Bohra (!). Tak więc kwantowanie to czysto dynamiczny problem mający swe źródła w oscylacyjnych siłach zakłócających ruch Keplerowski. Moja konkluzja, o której pisałem w latach sześćdziesiątych, nie byłą w rzeczy samej zupełnie nowa. Już w latach czterdziestych Czetajew [38] wykazał, że równanie określające stabilność układów mechanicznych w obecności oscylacyjnych sił zaburzających spełniających pewne kryteria ma postać równania Schrödingera. Okazało się,

równanie mechanicznej stabilności pod obecność zaburzeń mających swe źródła w translacyjnej precesji osi spinowej jest identyczne z równaniem Schrödingera, a funkcja falowa Ψ to nic innego jak kąt fazowy wirującego wektora spinu – rzeczywista i urojona część funkcji falowej może być utożsamiana z dwoma składowymi wektora spinu z rzutowanymi na dwie osie prostopadłe do falowego wektora $\hat{k}$.

Równanie Schrödingera opisuje więc drugiego rzędu efekty w atomowych systemach, w których elektrony poruszają się wzdłuż orbit określonych przez dynamikę Newtona, oddziaływanie Coulomba i pole magnetyczne spinu stąd pewne umiarkowane sukcesy kwantowych rozważań dotyczące stanów związanych. Cała natomiast kwantowa teoria zderzeń Borna oparte na probabilistycznej interpretacji funkcji falowej jest całkowitą mistyfikacją nie mającą nic wspólnego z rzeczywistością.

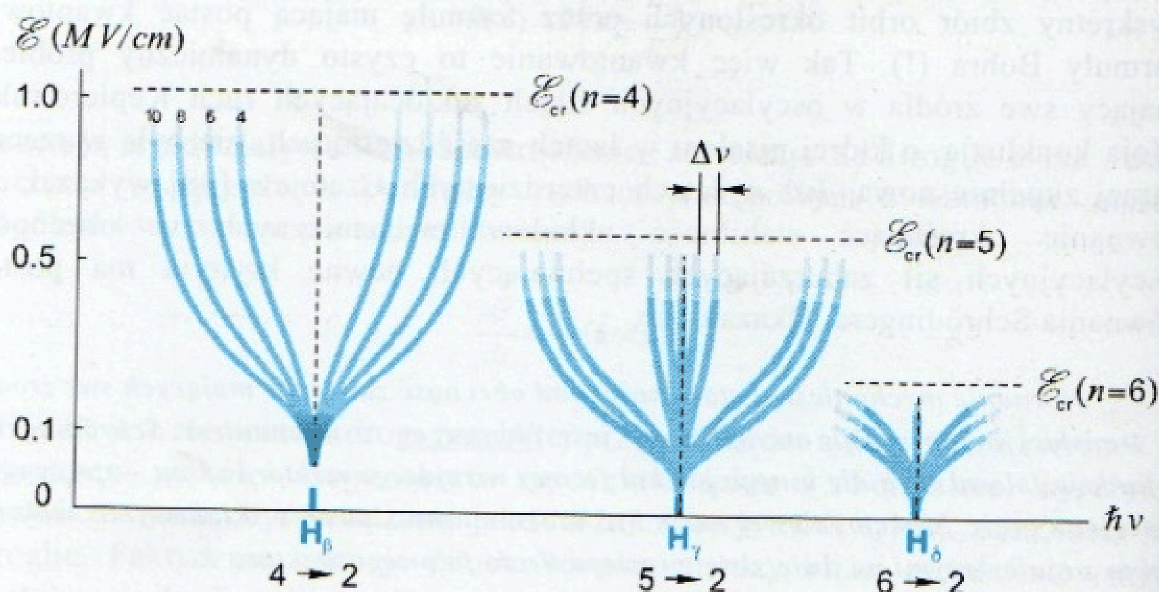
§11. EFEKT STARKA – MECHANIKA KWANTOWA W PUŁAPCE PO RAZ WTÓRY

W książce A.Sommerfelda [39] zatytułowanej „Atombau und Spectrallinien" można wyczytać, że klasyczna dynamika przy opisie efektu Starka zawiodła całkowicie, podczas gdy kwantowe obliczenia są w doskonałej zgodzie z eksperymentem. Podobne stwierdzenia można znaleźć w niemal każdej książce z mechaniki kwantowej, kwantowej teorii atomu czy spektroskopii [40].

Skrywana prawda. Mając za sobą nie mały już zasób negatywnych doświadczeń z takimi entuzjastycznymi stwierdzeniami podjąłem trud samodzielnego spojrzenia na problem, aby osobiście przekonać się, jakie naprawdę ta doskonała zgodność ma oblicze. Już na wstępie zaskoczył mnie fakt, że tak w monografii A.Sommerfelda, jak i w mechanice kwantowej L.Landaua i Lifszica czy w Feynmanowskich wykładach z mechaniki kwantowej wiele miejsca poświęcone jest na teoretyczne rozważania, jest mnóstwo stwierdzeń, że teoria jest w doskonałej zgodności z eksperymentem, i żadnych danych doświadczalnych !

Bliższe zapoznanie się z oryginalnymi pracami tak teoretycznymi, jak i doświadczalnymi wyjaśniło ten zaskakujący fakt. Między przewidywaniami teorii i eksperymentem są istotne rozbieżności! Pryncypialna rozbieżność ma miejsce w przypadku podstawowej serii widmowej, jaką jest seria Lymana. W tym przypadku rozbieżność pomiędzy teorią a eksperymentem jest nie do ukrycia.

Ambarasująca konfrontacja. Aby ujawnić pryncypialną niezgodność przewidywań teorii z eksperymentem, przypomnijmy najpierw, że sprawa bierze początek w eksperymencie, jaki przeprowadził Le Surdo, który pierwszy zaobserwował zjawisko rozszczepiania linii widmowych w polu elektrycznym. Ilościowe pomiary, które umożliwiły rozszyfrowanie przyczyn kryjących się za tym zjawiskiem, przeprowadził Stark.



Rys. 21 Zaobserwowane przez Le Surdo rozszczepienie linii spektralnych w polu elektrycznym. Pierwszy ślad do odkrycia, że nie tylko energia, ale i moment pędu są w atomie są skwantowane – to znaczy ruch elektronu wokół jądra może się odbywać bez strat na promieniowanie.

Nie bardzo wiedząc, jak w oparciu klasyczną dynamikę wyjaśnić zaobserwowane zjawisko rozszczepiania się linii posłużono się znów kwantowym formalizmem. Otrzymana na gruncie mechaniki kwantowej formuła na przesunięcie poziomów energetycznych atomu umieszczonego w polu elektrycznym $\mathscr{E}$, ma postać:

$$\Delta E_{nk} = E_1 n(n_\xi - n_\eta)\,, \qquad \text{gdzie} \qquad E_1 = \tfrac{2}{3} e \mathscr{E} a_0 \,.$$

Tak, więc przesunięcie poziomów energetycznych ΔE_{nk} określone jest poprzez główną liczbą kwantową n, oraz przez zdefiniowane w parabolicznym układzie współrzędnych – a więc w tym układzie, w jakim całkowano równanie Schrödingera – liczby kwantowe n_ξ i n_η. Ponieważ liczba obserwowanych przejść, z poziomu nk na jakikolwiek inny poziom $n'k'$, była znacznie mniejsza niż liczba przejść przewidzianych przez podaną powyżej teoretyczną zależność, to aby wyeliminować przejścia nie występujące sformułowano zasady wyboru.

Pierwszym sygnałem, że z kwantową teorią jest coś źle to fakt, że wynikające z teorii widmo liniowe zależy od układu współrzędnych, w jakich było prowadzone całkowanie równania Schrödingera. A to oznacza, że wprowadzone zasady wyboru nie mają charakteru uniwersalnego i nie reprezentują fizyki, są *de facto* parametrem dopasowania.

Decydujący jest jednakże fakt, że wśród obserwowanych linii widmowych są takie, których nie przewiduje kwantowa formuła!

I tak na przykład, dla serii Lymana, to jest dla przejść do stanu podstawowego

– kwantowa formuła przewiduje obecność następujących linii:

$$\frac{E_{nk}}{E_1} = L_\alpha(0{,}2);\quad L_\beta(0{,}3{,}6);\quad L_\gamma(0{,}4{,}8\,!!,12\,!!)\,,$$

– podczas, gdy eksperyment daje

$$\frac{E_{nk}}{E_1} = L_\alpha(0{,}2);\quad L_\beta(0{,}3{,}6);\quad L_\gamma(0{,}4{,}10\,!!)\,.$$

Występujące w tym przypadku różnice, wobec nie budzących wątpliwości wyników eksperymentalnych A. Frerichsa [41] – sfotografowane widmo jest pozbawione jakiegokolwiek tła, a linie są bardzo ostre i wyraźne – świadczą jednoznacznie na niekorzyść kwantowej teorii. O ile poprzez reguły wyboru można wyeliminować nie występujące linie, to ***żadna kombinacja liczb kwantowych nie może wykreować linii L_γ (10) !!!***

Czyżby dla ukrycia tego ambarasującego faktu podręczniki prezentujące idealną zgodność kwantowej teorii z eksperymentem w ogóle nie wspominają o rezultatach A.Frerichsa ? – A.Sommerfeld o nich nie mógł nie wiedzieć, gdyż rezultaty te zostały opublikowane w Annalen der Physik wtedy, kiedy on był redaktorem tego czasopisma, natomiast w publikacji A. Frerichsa nie ma ani słowa o istniejącej już kwantowej teorii efektu Starka i o pięknej zgodności teorii i eksperymentu.

Nie tylko energia, ale i moment pędu warunkują bez-radiacyjny ruch elektronu. Spójrzmy teraz jak problem efektu Starka wygląda z punktu widzenia klasycznej dynamiki. W rzeczy samej problem ten może być rozwiązany w elementarny sposób wychodząc ze znanej metody zaburzeń Gaussa, sformułowanej przed dwoma wiekami dla opisu długookresowych zmian w ruchu naszych planet. Równania opisujące takie zmiany przytoczone są w §5 następnego rozdziału, tutaj powiemy tylko tyle, że w rozważanym przypadku powolne zmiany parametrów eliptycznej orbity elektronu spowodowane obecnością zewnętrznego pola elektrycznego $\mathscr{E}$, określone są poprzez średnią wartością energii oddziaływania z zaburzającym polem. Wyrażenie przedstawiające tą energię ma postać:

$$U = \tfrac{3}{2}\,\mathscr{E}\, a\, \text{э} \sin I \sin \Gamma\,,$$

gdzie $2a$ jest długością głównej osi elipsy, э jest jej mimośrodem, $\mathscr{E}$ jest zewnętrznym polem elektrycznym, zaś kąty I oraz Γ są kątami Eulera określającymi orientację elipsy względem tego pola. Z równań wariacyjnych Gaussa wynika, że przy takim potencjale zaburzającym tak parametry orbity jak i jej położenie w przestrzeni nie podlegają zmianom tylko wtedy, jeżeli:

$$\sin I = \text{э} \qquad \text{i} \qquad \Gamma = 0, \pi\,.$$

Identyfikując obserwowane przesunięcie poziomów energetycznych z wyliczoną energią potencjału perturbacyjnego dla stacjonarnych położeń eliptycznej orbity w polu zaburzającym otrzymujemy zależność:

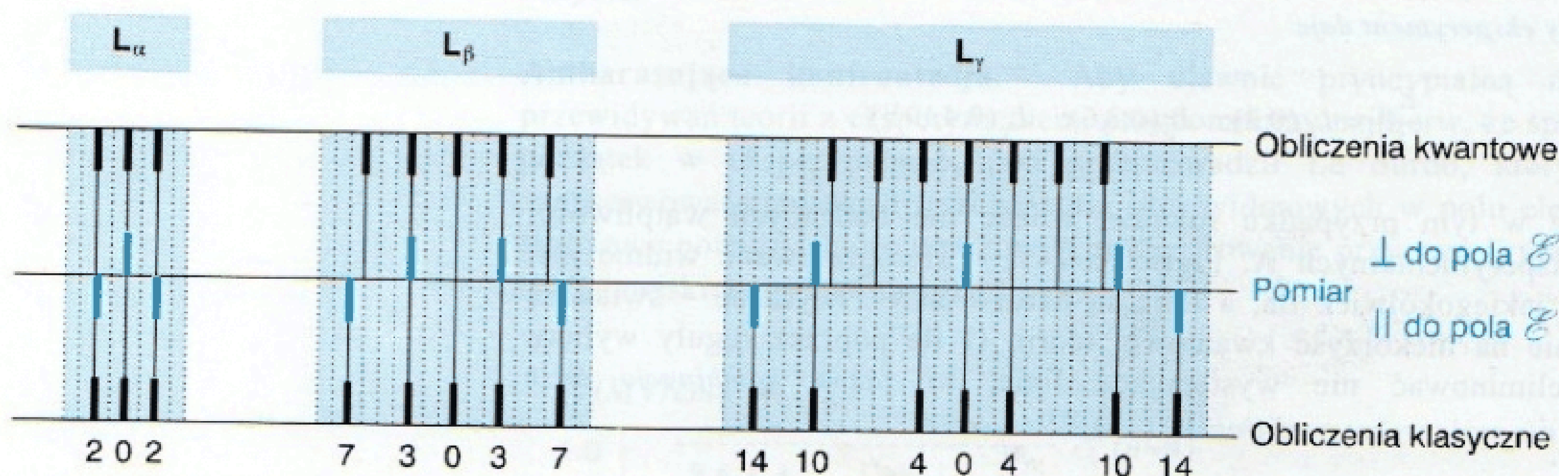
$$E_{n,l} = E_1 (n\text{э})^2 = E_1\left(n^2 - \left(\frac{L}{h}\right)^2\right),$$

gdzie L jest momentem pędu elektronu znajdującego się na orbicie z główną liczbą kwantową n.

Okazuje się, że kładąc $L = l\,(l+1)\,\hbar^2$ otrzymujemy formułę

$$E_{n,l} = E_1\,[n^2 - l\,(l+1)]\,,$$

która precyzyjnie odtwarza wyniki pomiarów, patrz rysunek 22.



Rys. 22 Wyniki eksperymentalne i wyniki obliczeń przesunięcia poziomów energetycznych atomu spowodowane obecnością zewnętrznego pola elektrycznego.

Tak, więc zjawisko Starka ujawniło nam, że elektron może poruszać się po eliptycznej orbicie wokół jądra nie tracąc energii na promieniowanie o ile, tak energia, jak i moment spełniają określone reguły zwane regułami kwantowania. Tak, więc skwantowana jest nie tylko energia, ale i moment pędu. Przeprowadzona analiza ujawnia również istotę kwantowania przestrzennego. Z powyższych rozważań wynika, że w zewnętrznym polu elektrycznym atomy są zorientowane pod ściśle określonymi kątami w stosunku do linii sił pola, zgodnie z formułą:

$$\cos^2 l = \frac{l\,(l+1)}{n^2}\,.$$

Możemy więc twierdzić, że kwantowanie przestrzenne to pochodna warunków kwantowych na ruch po orbicie, który się przekłada zgodnie z zasadami klasycznej dynamik na orientacje orbity względem zaburzającego pola.

WNIOSEK KOŃCOWY: SKORYGOWAĆ KURS !

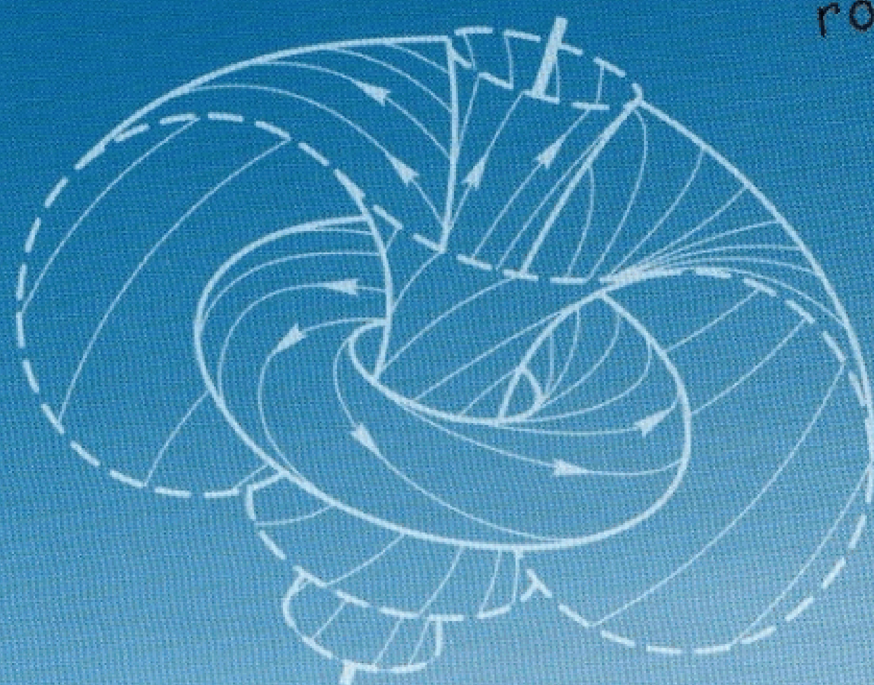
Laureat Nobla z 1965r. Richard P. Feynman w jednej ze swoich książek napisał: ***„The theory of quantum electrodynamics describes Nature as absurd from the point of view of common sense. And it agrees fully with the experiment. So I hope you can accept Nature as She is – absurd.*”** (Teoria kwantowej dynamiki opisuje Naturę jako absurd z punktu widzenia zdrowego rozsądku. I jest zgodna całkowicie z eksperymentem. A zatem mam nadzieję, że przyjmiecie Naturę, jaka Ona jest – absurdem.)

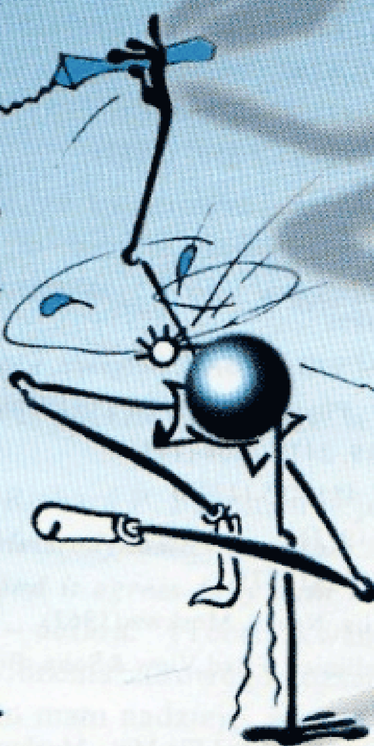
Przyjmując tą szczerze wypowiedzianą opinię i próbując zrozumieć jej sens powstaje poważny problem filozoficzny: jak można zbudować logiczny system interpretacji Natury jeżeli ta sama Natura jest całkiem pozbawiona logiki ? Jak można zrozumie słowa, że absurdalna teoria jest w doskonałej zgodzie z eksperymentem ?

Ten filozoficzny problem pokazuje, że musi być w wypowiedzi Feynmana ukryty gdzieś fałsz. Rzeczywiście jest ! To zdanie „i jest zgodna całkowicie z eksperymentem" jest po prostu nieprawdziwa, na co przedstawiliśmy już dowody, że tak właśnie jest. Znaczy to, że powinniśmy bezzwłocznie powrócić do deterministycznej filozofii i do ścisłych praw fizyki klasycznej.

Literatura

1. Thomson J.J., Phil.Mag.**11**, 769-714 (1906)
2. Rutherford E., Phil.Mag.**21**, 669-688 (1911)
3. Thomas, L.H., Proc.Camb.Phil.Soc.**23**, 713-716 (1927)
4. Wannier G.W., Phys.Rev.**90**, 817-825 (1953)
5. **Gryziński M.**, Phys.Rev.**115**, 374-383 (1959)
6. **Gryziński M.**, Phys.Rev.**A138**, 305-321, 322-335, 336-358 (1965)
7. Vriens L., Case Studies in Atomic Collision Physics, Vol.I, Chapt.361, (NorthHolland) Amsterdam (1969)
8. Bates, D.R. i Kingston, A.E., Adv.Atom.Mol.Phys.361, 269321 (1970)
9. Mapleton R. A., Theory of Charge Exchange, Wiley Interscience, (1972) Chapt. I
10. Bates D.R., Physics Reports **35**, 307-372 (1978)
11. **Gryziński M.**, Phys.Rev.Lett.**24**, 45-46 (1970)
12. **Gryziński M.**, J.Chem.Phys.**62**, 2610-2619, 2620-2628, 2629-2636 (1975)
13. **Gryziński M.**, J. of Magnetism and Magn.Mat.**71**, 53-62 (1987)
14. **Gryziński M.**, Phys. Lett.**56A**, 180-181 (1976)
15. Grujić P., Tomić A. i Vucić S., J.Chem.Phys.**79**, 1776-1782 (1983)
16. **Gryziński M.** i **Kunc J.**, Jour. of Phys.**B19**, 2479-2504 (1986)
17. Benson S.W. J.Chem.Phys.**93**, 4457-4462 (1989)
18. Grozdanov T, Grujić P. i Kristić P., Classical dynamics in Atomic and Molecular Physics, World Scientific (1989)
19. Grujić P.V. i Simonović N.S., J.Phys.**B28**, 1159-1171 (1995)
20. De Broglie, L., La Physique Quantique restera elle indeterministe ? , GauthierVillars, Paris (1953)
21. Einstein A., Podolsky B. i Rosen N., Phys.Rev.**47**, 777 (1933)
22. Helbig H.F. i Everhardt E., Phys.Rev.**A140**,715 (1965)
23. **Gryziński M.**, Kowalski M. i Wlazło M. w Gryziński M. „True and false achievements of modern physics" Homo-sapiens, Warsaw 1996 (52-59)
24. **Gryziński M.**, Kunc J. i Zgorzelski M., J.Phys.**B36**, 2292-2302 (1973)
25. **Gryziński M.** i Kowalski M., Phys.Lett.**A200**, 360-364 (1995)
26. Fite W.L. i Brackmann R.T., Phys.Rev.**112**, 1141 (1959)
27. Shah M.B., Elliot D.S. i Gilbody H.B., J.Phys.B 3501 (1987)
28. Ramsauer C., Ann.Phys.**12**, 529, 837 (1932)
29. Brode B.R., Phys.Rev.**25**, 636 (1926)
30. Mayer H.F., Ann.Phys.**64**, 451 (1921)
31. **Gryziński M.**, Fizika **19**, 325-344 (1987)
32. **Gryziński M.** i Okopińska A., Proc. of VIII ICPEAC, Belgrade, 635-636 (1973)
33. Rudd M.E., Sautter C.A. i Bailey C.L., Phys. Rev.**151**, 20-27 (1966)
34. **Gryziński M.** i Kunc J., J. of Phys.**B19**, 2479-2504 (1986)
35. **Gryziński M.**, J.Chem.Phys.Lett.**217**, 481-485 (1994)
36. **Gryziński M.** Phys.Lett.**41A**, 69-70 (1972)
37. **Gryziński M.**, J.Theor.Phys.**26**, 967-980 (1987)
38. Czetaev N.G., Ustoiczivoste dwizhenija, Nauka, Moskwa (1962)
39. Sommerfeld A., Atombau und spektrallinien, Fried.View.&Sohn, Braunswieg 1951, Vol.1.Chapt.6, §2, 3
40. Frisz C.E., Opticzeskije spektry atomov, Gozd.Izd.Fiz.Mat., Moskva 1963 Leningrad, §68
41. Frerichs R. Ann.d.Phys.**19**, 17 (1934)





"Chudy" uparcie twierdzi, że Natura jest prosta.

Wszystko wskazuje na to, że mechanika kwantowa to nie jedyny błędny trop współczesnej fizyki.

5. I CO DALEJ ? DALEJ TEŻ W DUCHU NEWTONA !

(*strategia dalszego marszu ku odtworzeniu przestrzennej struktury mikroświata*)

Wykazanie na gruncie fizyki atomu, że funkcjonowanie mikro-świata daje się ująć w ramy deterministycznie sformułowanych praw, a pryncypialne zasady mechaniki kwantowej są fałszywe, to konieczność przewartościowania praktycznie wszystkich naszych wyobrażeń o otaczającym nas świecie, poczynając od teorii cząstek elementarnych aż do kosmicznego wielkiego „bum” !

W poprzednich rozdziałach wykazaliśmy, że podstawowe zjawiska z zakresu fizyki atomowej, chemii molekularnej i ciała stałego można wyjaśnić i dobrze opisać na bazie klasycznej dynamiki, a mechanika kwantowa to trudne do zrozumienia „zawirowanie" ludzkiego intelektu. Zdając sobie sprawę, że jesteśmy dopiero na początku długiej drogi, warto się zastanowić nad tym, co w pierwszej kolejności należałoby zrobić.

Wydaje się, że zdobycie dalszych informacji o budowie atomów wieloelektronowych – tak, aby w tablicy Mendelejewa znalazły się dane określające przestrzenną strukturę powłok elektronowych i kształty elektronowych orbit, to sprawa numer jeden. Równolegle powinny być prowadzone prace nad zdobyciem informacji o trajektoriach elektronów wiążących, tak w prostych związkach chemicznych, jak i w rozbudowanych układach molekularnych, typu DNA. W tym ostatnim przypadku, przyjdzie nam wziąć się za bary, z pozostającym na razie bardziej w fazie domysłów niż udokumentowanej wiedzy, zagadnieniem oddziaływań rezonansowych. Tu można oczekiwać wyjaśnienia szeregu paradoksów i zaskakujących zjawisk stojących na pograniczu *science fiction*. Ale to nie wszystko. Gruntownej rewizji będą musiały być poddane, wyrosłe na gruncie mechaniki kwantowej wyobrażenia, tak o budowie jądra atomu, jak i cząstek elementarnych. W pierwszej kolejności, przyjdzie nam zaatakować problem budowy przestrzennej dwu podstawowych tworów mikroskopowego świata, jakimi są proton i elektron i spróbować wniknąć w głąb nie znającego spoczynku, pędzącego z gigantyczną szybkością fotonu. Uwieńczeniem działań na tym kierunku, powinno być ostateczne sformułowanie praw rządzących kosmicznym eterem, tak abyśmy mogli opisywać nie tylko quasi-stacjonarne stany wzbudzone, jakimi są wciąż odkrywane, nowe, żyjące niezmiernie krótko efemeryczne quasi-cząstki, ale i procesy nieustalone opisujące ich rozpad. Zadanie nie łatwe, ale do wykonania i fascynujące.

Na tym etapie poznawczym będzie nam niewątpliwie potrzebne równanie falowe Schrödingera, ale nie dla pozorowanego rozwiązywania zagadnień, tak jak to robiła mechanika kwantowa, tylko w celu opisania rzeczywistych oscylacji kosmicznego eteru.

W tym rozdziale, nie wchodząc w szczegóły, spróbujemy przemknąć się przez niektóre z wyżej wymienionych problemów, tak, aby można było dostrzec zarysy czekającej nas drogi zmierzającej do zbudowania jednolitego schematu teoretycznego fizyki wywodzącego się z kilku fundamentalnych, nieredukowalnych już dalej, postulatów.

§1. SPEKTROSKOPIA – ŹRÓDŁO INFORMACJI O BUDOWIE ATOMU

W poprzednich rozdziałach mówiliśmy o tym, jak w oparciu o fizykę zderzeń atomowych udało nam się zdobyć szereg istotnych informacji o budowie atomu. Teraz, kiedy wiemy już, że zachowanie się elektronów w atomie podporządkowane jest newtonowskiej dynamice i prawu Coulomba, spróbujemy pokazać, jak korzystając z ogromnego zasobu danych spektroskopowych poszerzać naszą wiedzę o budowie powłok elektronowych atomów i cząsteczek.

Widmo liniowe – wizytówką atomu. Już pobieżne pomiary spektroskopowe światła emitowanego podczas wyładowań elektrycznych w gazach, wykazują, że obraz widma liniowego jest jednoznacznie określony rodzajem użytego gazu. Fakt ten świadczy o tym, że w obrazie widma liniowego tkwią zakodowane informacje o porządkach panujących wewnątrz atomu. Pierwszy krok w kierunku rozszyfrowania zakodowanych informacji zrobił Balmer, który odkrył regułę opisującą pewien fragment widma liniowego w świetle emitowanym przez atomy wodoru.

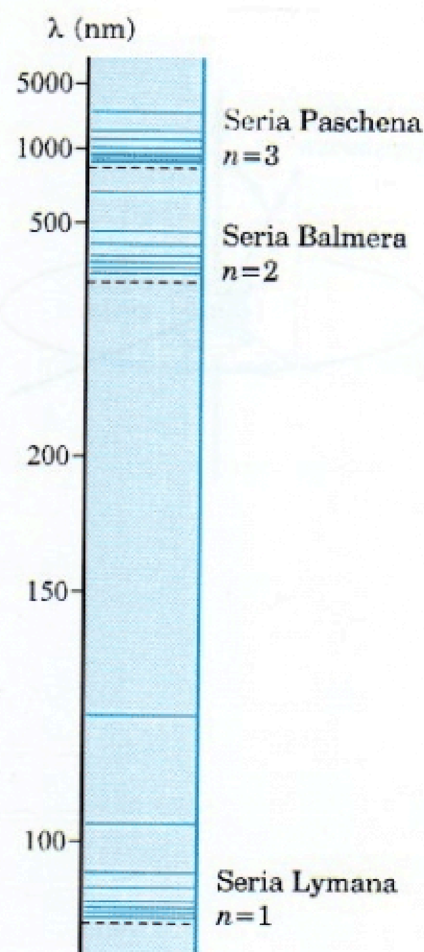
Idąc odkrytym tropem, udało się regułę Balmera uogólnić i wykazać, że położenie wszystkich prążków $\lambda^{\mathrm{H}}_{nm}$, w widmie światła emitowanego przez wodór można opisać za pomocą prostej formuły:

$$\lambda^{\mathrm{H}}_{nm} = \lambda^{\mathrm{H}}_{\infty} \frac{m^2}{m^2 - n^2},$$

gdzie m i n są liczbami całkowitymi, przy czym m jest zawsze większe od n, zaś współczynnik $\lambda^{\mathrm{H}}_{\infty}$ jest wielkością identyfikującą atom wodoru. Dalsze badania pokazały, że w przypadku innych gazów widmo liniowe można opisać w podobny sposób:

$$\lambda^{Z}_{nm} = \lambda^{Z}_{\infty} \frac{(m+\alpha)^2}{(m+\alpha)^2 - (n+\beta)^2},$$

gdzie *dwa stałe parametry, α i β, wraz ze współczynnikiem λ^{Z}_{∞}, jednoznacznie identyfikują rodzaj promieniującego atomu.*



Odkrycie Balmera miało ogromne znaczenie w poznaniu struktury wewnętrznej atomu. Umożliwiło ono Bohrowi powiązać emisję światła z ruchem elektronu wokół jądra i precyzyjnie określić rozmiary atomu.

Bohr – promieniowanie a ruch elektronu w atomie. Jakościowo nowy element do rozważań spektroskopowych wprowadził Bohr. Pokazał On, że w przypadku atomu wodoru regułę opisującą widmo liniowe można powiązać z prawem zachowania energii i emisję fotonu przedstawić, jako rezultat przemieszczenia się elektronu

z orbity o energii $\mathscr{W}_m = \frac{\mathscr{I}_{\mathrm{H}}}{m^2}$ na orbitę o energii $\mathscr{W}_n = \frac{\mathscr{I}_{\mathrm{H}}}{n^2}$,

gdzie $\mathscr{I}_{\mathrm{H}}$ to potencjał jonizacji określający energię wiązania elektronu w atomie wodoru. Okazało się, że pomiędzy potencjałem jonizacji $\mathscr{I}_{\mathrm{H}}$ a granicą serii λ^{Z}_{∞} istnieje jednoznaczny związek:

$$\mathscr{I}_{\mathrm{H}} = \frac{hc}{\lambda^{\mathrm{H}}_{\infty}}.$$

Ponieważ energia wiązania $\mathscr{W}$ i długość dużej pół-osi eliptycznej orbity a, są w problemie Keplera wzajemnie powiązane zależnością: $\mathscr{W} = e^2/2a$, to dyskretnemu ciągowi energii $\mathscr{W}_n$ Bohr mógł przyporządkować dyskretny ciąg określający rozmiary liniowe elektronowych orbit:

$$a_n = a_0\, n^2,$$

gdzie wielkość:

$$a_0 = \frac{\mathscr{I}_{\mathrm{H}}}{2e^2} = 0.508\ 10^{-8}\ \mathrm{cm},$$

odnosząca się do stanu podstawowego, a więc dla $n = 1$, nosi dziś jego imię i występuje pod nazwą promień Bohra. W nazwie, promień Bohra, kryje się jednak pewien fałsz. Nazwa sugeruje, że elektron porusza się po kole. A przecież,

dokonane przez Bohra przejście od czysto matematycznej reguły Balmera do posiadającej określony sens fizyczny reguły dyskretnych poziomów energetycznych nie przesądzało sprawy, jaki mimośród ma eliptyczna orbita elektronu – przyjęcie, że ma ona postać koła nie było oparte na żadnym fakcie eksperymentalnym !

To właśnie w tym miejscu popełniono błąd, który zaciążył nad dalszym rozwojem teorii atomu. Powszechnie używana do dziś, kojarząca się z kołem, nazwa promień Bohra przyczyniała się do utrwalania błędnych wyobrażeń o atomie.

Skwantowana nie tylko energia, ale i moment pędu. Ci, co czytali w rozdziale 4-tym o doświadczeniu Starka wiedzą, że w przypadku atomu umieszczonego w polu elektrycznym linie widmowe ulegają rozszczepieniu, a wielkość tego rozszczepienia określona jest wielkością mimośrodu eliptycznej orbity. Podobnie jest w przypadku zjawiska Zeemana, kiedy to rozszczepienie spowodowane jest obecnością pola magnetycznego. *Pomiary* rozszczepienia linii widmowych prowadzone w obecności zewnętrznego pola elektrycznego i magnetycznego *pokazały, że moment orbitalny jest skwantowany i wyraża się formułą*

$$L = l\,(l + 1)\,h\ , \qquad \text{gdzie}\ \ l = 0, 1, 2, 3, \ldots, n$$

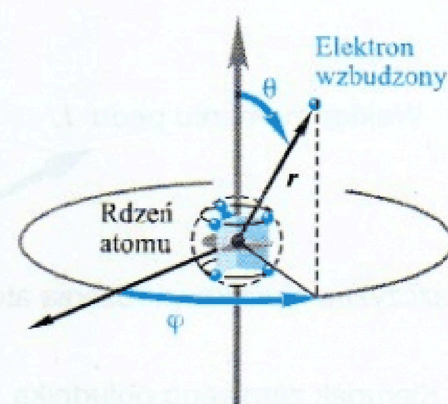
przy czym w stanie podstawowym, to znaczy dla $n = 1$, jest on równy zeru – innymi słowy, *elektron w stanie podstawowym porusza się wzdłuż promienia do jądra.*

Niestety wynikający z pomiarów spektroskopowych wniosek, dotyczący momentu pędu w stanie podstawowym, został przez fizyków zignorowany i błędny model atomu z elektronem krążącym po kołowej orbicie wokół jądra funkcjonuje do dziś (patrz na przykład, cytowany już powyżej, bestseller Hawkinga). Tu warto zwrócić uwagę, na formalną ekwilibrystykę w rozważaniach fizyków. *Aby być w zgodzie z pomiarami spektroskopowymi, ad hoc wprowadzono założenie, że azymutalna liczba kwantowa n_φ, określająca moment pędu atomu w obliczeniach spektroskopowych, równa się $l - 1$, gdzie l to mechaniczny moment pędu występujący w rozwiązaniu Keplera.* W ten to sposób, elektron w stanie podstawowym, kiedy $l = 1$, w mechanicznym modelu porusza się po kole, to w teoretycznych obliczeniach, ponieważ $n_\varphi = l - 1$, porusza się radialnie !

Widmo liniowe elektronu wzbudzonego a rdzeń atomu. Eksperymenty Starka pokazały, że odstępstwa od regularnego rozmieszczenia linii spektralnych opisywanego formułą Bohra, są przejawem obecności zewnętrznego pola zakłócającego regularny ruch elektronu w czystym polu Coulomba, zaś wielkość przesunięcia linii jest miernikiem wielkości tego pola. Wynika stąd, że obserwowane bogactwo linii ma swoje źródła w zakłócającym polu elektrycznym atomowego rdzenia. Pomiary przeprowadzane na różnych atomach pokazały, że elektron wzbudzony znajdujący się daleko od rdzenia atomu promieniuje analogicznie jak elektron poruszający się w polu „gołego" jądra. Wraz jednak ze zmniejszaniem się rozmiarów orbity elektronu wzbudzonego odstępstwa rosną – linie są coraz bardziej poprzesuwane i niejednokrotnie porozszczepiane. Ale, już na wstępnym etapie badań spektroskopowych zauważono, że przemieszczenia linii są podobne u atomów o zbliżonych własnościach chemicznych. Można było, więc domniemywać, że

przesunięcia linii widmowych odzwierciedlają elektronową budową atomowego rdzenia.

Tak właśnie rozumował A.Sommerfeld, którego wkład w atomową spektroskopię trudno przecenić – to On pierwszy wprowadził pojęcie azymutalnej liczby kwantowej l i stałej struktury subtelnej α. Niestety, z jednej strony, błędne określenie kształtu elektronowej orbity w stanie podstawowym – koło, a z drugiej strony, kwantowo-mechaniczna wizja atomu ze sferycznie symetrycznym potencjałem, doprowadziły do załamania się rozważań opartych na klasycznej dynamice. Obecnie spróbujemy od nowa spojrzeć na zagadnienia spektroskopii z punktu widzenia klasycznej elektrodynamiki, biorąc za punkt wyjścia zdobytą wiedzę o budowie atomu nawiązując do modelu swobodnego spadku. Punktem wyjścia naszych rozważań będzie rozwinięcia pola elektrycznego zbioru ładunków punktowych na szeregi. Pozwoli to zawęzić opis pola rdzenia atomu do wiodących członów tego rozwinięcia i wyeliminować nieistotne na tym etapie rozważań szczegóły problemu.



Pole elektronowego rdzenia na dużych odległościach. W ramach elektrostatyki udowadnia się, że energia oddziaływania punktowego ładunku elektrycznego ze zbiorem ładunków punktowych, daje się w naszym przypadku wyrazić za pomocą nieskończonego szeregu o następującej postaci:

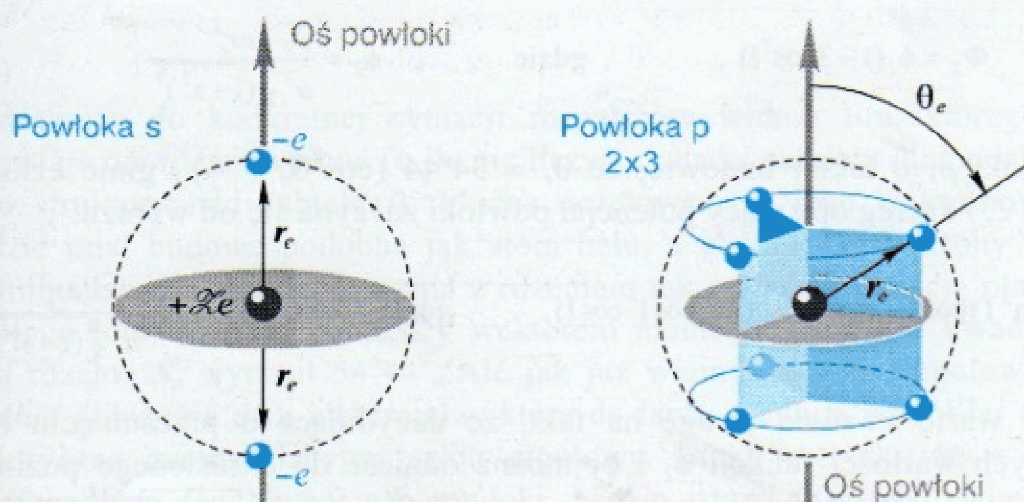
$$U_{pot}(r) = \frac{e^2}{r}\left((\mathscr{Z} - n_e) + \frac{\mathscr{C}_1(\theta,\varphi)}{r} + \frac{\mathscr{C}_2(\theta,\varphi)}{r^2} + \frac{\mathscr{C}_3(\theta,\varphi)}{r^3} + \dots\right),$$

gdzie $\mathscr{Z}$ jest ładunkiem jądra atomu, n_e określa liczbę elektronów atomowego rdzenia, a współczynniki $\mathscr{C}_n(\theta,\varphi)$ odzwierciedlają lokalizację elektronów w rdzeniu. Wektor $\boldsymbol{r}$ określa położenie punktu względem początku sferycznego układu współrzędnych mającego swój początek w jądrze atomu. W zależności od tego, jak są rozmieszczone elektrony rdzenia wokół jądra, współczynniki $\mathscr{C}_n(\theta,\varphi)$ będą miały mniejsze lub większe wartości, a nawet mogą znikać całkowicie. W przypadku gołego jądra wszystkie współczynniki tego szeregu będą oczywiście równe zeru. Dla dwu, symetrycznie położonych, znajdujących się w odległości r_e od jądra elektronów, będziemy mieli:

$$\mathscr{C}_1 = 0\ , \qquad \mathscr{C}_2 = 2r_e^2\left(\tfrac{1}{2}(1-3\cos^2\theta)\right).$$

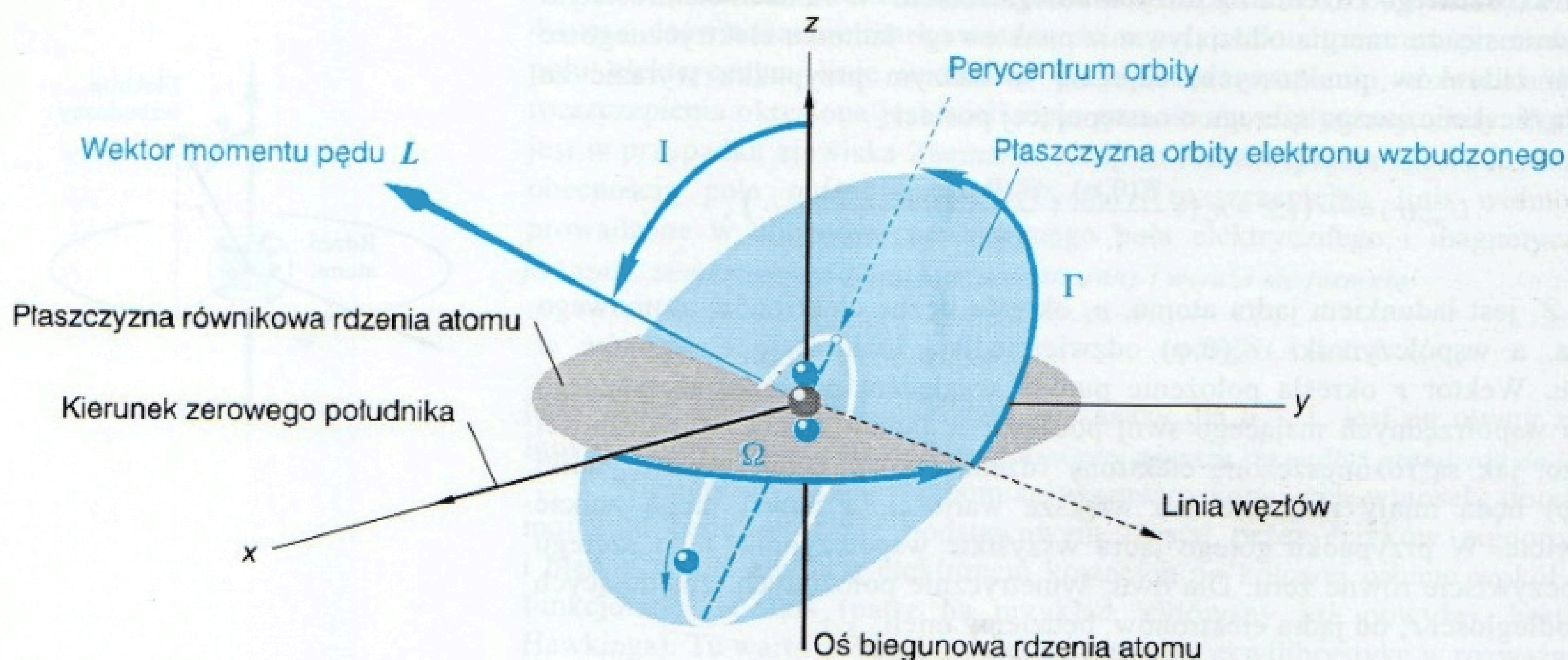
W przypadku rdzenia złożonego z sześciu elektronów, usytuowanych parami symetrycznie wokół osi rdzenia, pierwsze człony szeregu mają postać:

$$\mathscr{C}_1 = 0\ , \qquad \mathscr{C}_2 = 6r_e^2\,\tfrac{1}{2}(1-3\cos^2\theta_e)\,\tfrac{1}{2}(1-3\cos^2\theta)\ , \qquad \mathscr{C}_2 = 6\frac{15^2}{6!}r_e^2\,3\cos^3\theta_e\cos^3\theta\cos 3\varphi$$



Rys.1. Dwie podstawowe konfiguracje rozmieszczenia ładunków elektrycznych wokół atomowego jądra. Odzwierciedlają one usytuowanie elektronów w powłoce *s* i w powłoce *p*.

Elektron wzbudzony na dużej odległości od rdzenia atomu. Ruch elektronu wzbudzonego przy dużej odległości od rdzenia atomu, jest przede wszystkim określony poprzez nie skompensowany ładunek elektryczny jądra ekranowanego elektronami rdzenia i niewiele się różni od ruchu w polu gołego jądra. Wpływ pola elektrycznego rdzenia na ruch elektronu wzbudzonego można łatwo obliczy korzystając z równań wariacyjnych wyprowadzonych przez Gaussa, badającego niegdyś ruch planet okrążających Słońce. W obliczeniach tych kluczową rolę odgrywa średnia wartość potencjału zaburzającego pochodzącego od rdzenia jaką „widzi" wzbudzony elektron poruszający się po prawie eliptycznej trajektorii. Aby określić orientację tej orbity względem rdzenia można się posłużyć Eulerowskim układem współrzędnych, patrz rysunek 2.



Rys.2. Eliptyczna orbita w przestrzeni. Jej orientację w prostokątnym układzie współrzędnych *xyz* określają trzy kąty: I, Ω, Γ. I jest kątem pomiędzy płaszczyzną orbity a płaszczyzną *xy* laboratoryjnego układu współrzędnych, Ω jest kątem, jaki tworzy linia przecięcia się tych płaszczyzn, zwana linią węzłów, z osią *x*-ów, a Γ jest kątem, jaki tworzy ta linia węzłów z główną osią elipsy.

I tak, w przypadku dwu-elektronowej powłoki *s*, uśredniona wartość potencjału zaburzającego, jaki „widzi" elektron wzbudzony poruszający się po elipsie o dużej pół-osi równej a i mimośrodzie $\ni$, zorientowanej pod kątem I do osi tej powłoki, patrz rysunek 2, ma postać:

$$\Phi_2 = \phi_2(1-3\cos^2 \mathrm{I})\ , \qquad \text{gdzie} \qquad \phi_2 = \frac{e r_e^2}{a^3\sqrt{(1-\ni^2)^3}}\ .$$

Dla powłoki *p*, o takiej budowie, że $\theta_e = 54°44$ $(\cos^2\theta_e = \frac{1}{3})$, ginie człon z indeksem 2, i szereg opisujący potencjał powłoki zaczyna się od wyrazu:

$$\Phi_3 = \phi_3 \sin^2 \mathrm{I}\,(\cos 3\Omega \sin\Gamma - \sin 3\Omega \cos\Gamma \cos \mathrm{I})\,, \qquad \text{gdzie} \qquad \phi_3 = \frac{105}{49}\sqrt{\frac{2}{3}}\,\frac{e r_e^3}{a^3\sqrt{(1-\ni^2)^5}}\ .$$

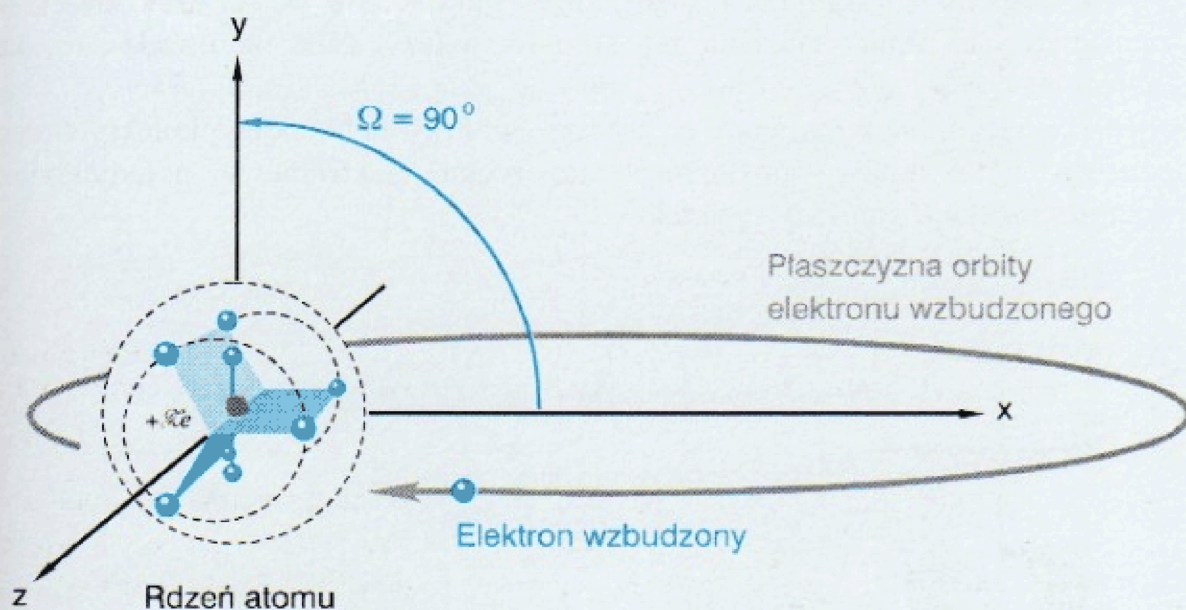
Tu warto zwrócić uwagę na fakt, że decydujące o przesunięciu linii spektralnych wartości funkcji ϕ_2 i ϕ_3 można odnieść do określonego poziomu kwantowego *n, l*. Biorąc pod uwagę, że $a = n\,a_0$ i $\ni^2 = 1 - n^2/\sqrt{l(1+l)}$ i oznaczając przez $\mathscr{I}_H$ potencjał jonizacji atomu wodoru, otrzymamy:

$$e\phi_2^{n,l} = \frac{k_2\,\mathscr{I}_H}{n^3\sqrt{\big(l(1+l)\big)^3}}\ , \qquad e\phi_3^{n,l} = \frac{k_3\,\mathscr{I}_H}{n^3\sqrt{\big(l(1+l)\big)^5}}\sqrt{1-\frac{\sqrt{l(1+l)}}{n^2}}\ ,$$

gdzie k_2 i k_3 to dwa współczynniki liczbowe rzędu jedności. Ponieważ przesunięcie linii spektralnych jest określone średnią wartością potencjału zaburzającego, to ***przeprowadzając obliczenia dla różnych postaci tego potencjału i konfrontując wyniki tych obliczeń z wynikami pomiarów, możemy wiele powiedzieć tak o rozmiarach, jak i kształcie atomowego rdzenia.***

Symetria rdzenia atomu a rozszczepienie linii widmowych. Fizycy już dość dawno zauważyli, że obserwowane rozszczepienie linii widmowych ściśle się wiąże z przynależnością pierwiastka do określonej kolumny w tablicy

Ażeby wyjaśnić istotę sprawy zauważmy, że ***elektron „satelita", w przypadku rdzenia dwu-elektronowego, przestaje „widzieć" zaburzający potencjał, jeżeli I = 54°44'.*** W przypadku rdzenia 6-ścio elektronowego takich możliwości, kiedy elektron wzbudzony nie będzie „zauważał" potencjału zaburzającego jest już więcej. I tak, jeżeli płaszczyzna orbity elektronu wzbudzonego leży w płaszczyźnie południkowej rdzenia, a więc elektron „satelita" przelatuje nad oboma jego biegunami i wówczas $I = \frac{1}{2}\pi$, to jedynie przy trzech wartościach kąta Ω, dla: $\Omega = 30^o$, $\Omega = 90^o$, $\Omega = 150^o$, uśredniona wartość potencjału zaburzającego Φ_3 równa się zeru, patrz rysunek 3. Ogólnie rzecz biorąc, w przypadku rdzenia z n-krotną osią symetrii takich położeń będzie n.



Rys.3. Trajektoria elektronu wzbudzonego poruszającego się w elektrycznym polu 8-śmio elektronowego rdzenia, na który składają się: 6-cio elektronowa pod-powłoka p i dwu-elektronowa pod-powłoka s – taką właśnie strukturę ma zewnętrzna powłoka L rdzenia atomu sodu (głęboko wewnątrz jest jeszcze dwu-elektronowa powłoka K).

Nawiązując do konkretnej sytuacji rozpatrzmy widmo litu, którego widmo pozostaje nie rozszczepione (o ile nie liczyć, mającej całkiem inne pochodzenie, jego struktury nad subtelnej). Można oczekiwać, że dwu elektronowy rdzeń będzie miał budowę podobną jak atom helu, a elektron wzbudzony dążąc do zminimalizowania oddziaływania z rdzeniem tak zmieni orientację płaszczyzny swojego lotu, aby kąt pomiędzy wektorem momentu pędu $\boldsymbol{L}$ i kwadrupolową osią rdzenia $\boldsymbol{S}_s$ wynosił 54°44'. Ale jak już wiemy, oś kwadrupolowa określa średnie położenie dwu elektronów, które de facto oscylują wokół tej osi i pole elektryczne ma oscylacyjny człon dipolowy. Efekt jest taki, że w kierunku prostopadłym do głównej osi powłoki, będzie istniał niewielki, wynikający z uśrednienia po kątowych oscylacjach, moment kwadrupolowy, którego już, z powodu sprzężenia z oscylacyjnym polem dipolowym, wyzerować się nie da. Ta niewielka, nie wyzerowana część energii oddziaływania jest właśnie źródłem obserwowanego przesunięcia linii spektralnych w atomie litu (i wszystkich lito podobnych jonów).Spójrzmy teraz na inny z atomów, jakim jest atom sodu. W przypadku atomu sodu rdzeń tego atomu to kombinacja 6-ścio elektronowej powłoki p z potrójną osią symetrii i dwu elektronowej powłoki s, patrz rysunek 3. Aby zminimalizować oddziaływanie z dominującym potencjałem powłoki p, orbita elektronu wzbudzonego przyjmie jedno z trzech położeń: $\Omega = 30^o$, 90° i 150°. Nie wszystkie jednak trzy położenia, z uwagi na obecność powłoki s, są równoprawne tak, że potencjał zaburzający powłoki s, który jest źródłem przesunięcia poziomów energetycznych atomu, będzie w jednym z trzech sektorów odmienny niż w dwu pozostałych. I w tej właśnie różnicy tkwi tajemnica dubletu sodowego. Ponieważ prawdopodobieństwo, że elektron wzbudzony znajdzie się w jednym z trzech sektorów wynosi $\frac{1}{3}$, to stąd stosunek intensywności linii w dublecie 2:1. Tak, więc, multipletowy charakter spektrów odzwierciedla symetrię zewnętrznych powłok atomu.

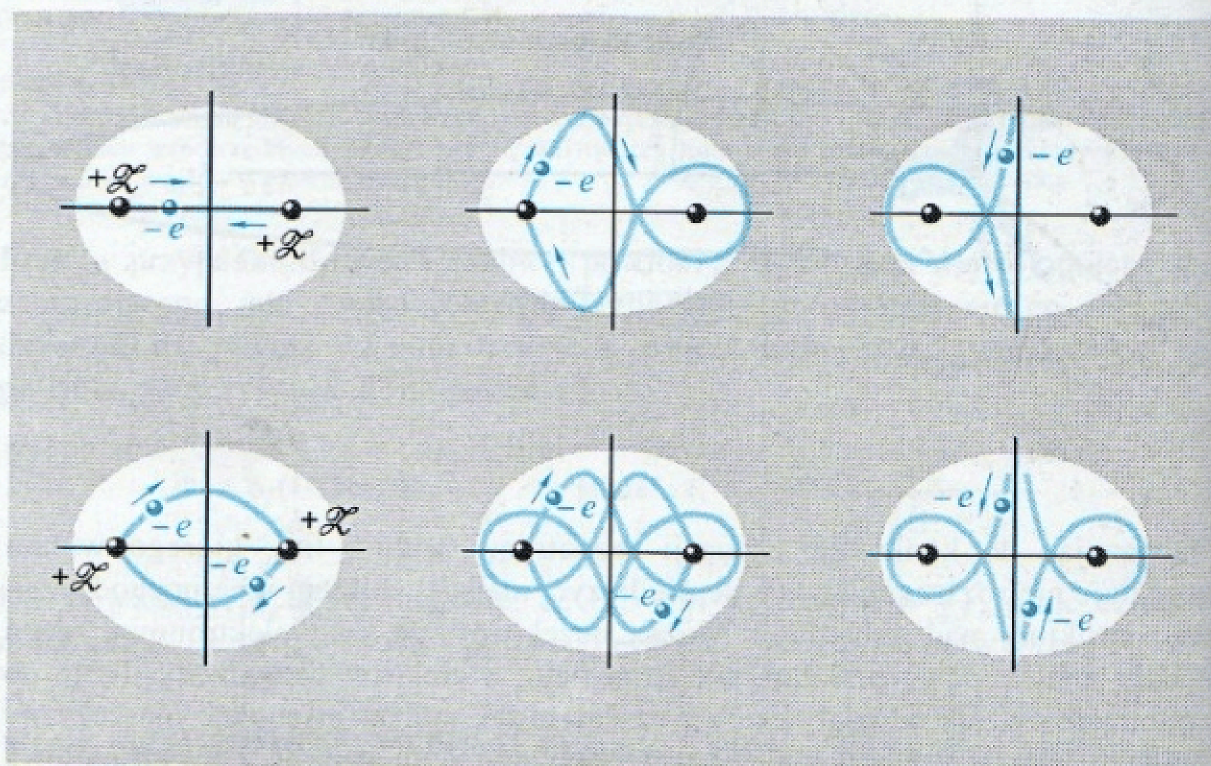
Jak z podanych przykładów wynika, pomiary spektralne to źródło informacji o wewnętrznej budowie atomu. Te bardzo subtelne pomiary, charakteryzujące się nadzwyczaj wielką dokładnością to najlepsze sprawdzian naszych wyobrażeń o wnętrzu atomu. Wyposażeni w tak wspaniałą metodę weryfikacji możemy podjąć dalsze kroki w kierunku rozszyfrowania struktury powłok atomów wielo-elektronowych. Żywię nadzieję, że niejeden z czytających te słowa zechce sam się wziąć za bary z fascynującym problemem tropienia atomowych elektronów, a nie potrzebne są do tego, ani wielkie urządzenia, ani wielkie pieniądze – niezbędne są jedynie „szare komórki", podparte, co najwyżej niewielkim „PC-tem", no i pasja poznania.

Ale wytropienie elektronów krążących w atomie to niewielki jedynie fragment wielkiego polowania na krążące w materii elektrony – świat chemii to dopiero pole dla popisu ludzkiego intelektu i dla intelektualnej satysfakcji !

§2. CHEMIA – CZĄSTECZKA WODORU (H_2)

Któż w „szczenięcych" latach, a nawet i w późniejszym wieku, nie ustawiał imponujących budowli z klocków „lego". Ale wszechmogący stwórca postawił do naszej dyspozycji coś niewspółmiernie lepszego niż sztywny zaczep klocka „lego" – inteligentny element łączący, jakim jest elektron. U podstaw tego elastycznego wiązania tkwi długo zasięgowe pole elektrostatyczne i sztywno zorientowane w przestrzeni krótko zasięgowe spinowe pole magnetyczne.

Nie jeden a dwa elektrony. W rozdziałach 3-im i 4-ym mówiąc o łączeniu się atomów w cząsteczki, pokazaliśmy jak jeden biegający po torze zamkniętym elektron może utrzymać dwa odpychające się jądra na określonej odległości. Okazało się, że są trzy podstawowe typy trajektorii umożliwiających istnienie stanu stacjonarnego. Są to: ***dwu-centrowa orbita wiązania sztywnego,*** z elektronem biegającym na wprost, od jednego jądra do drugiego jądra, ***jedno-centrowa orbita wiązania metalicznego,*** mająca swój początek i koniec w bezpośrednim sąsiedztwie jednego jądra a przebiegająca z dala od sąsiednie jądra, oraz ***okrężna orbita wiązania wodorowego*** omijająca oba jądra. Starając się pójść krok dalej w rozważaniach na temat łączenia się atomów należy mieć na uwadze to, że ***wszystkie elektrony, tak w atomach, jak i w związkach chemicznych, czy sieci krystalicznej ciała stałego poruszają się kolektywnie.*** Przykłady takiego kolektywnego ruchu dwu elektronów, nawiązujące do ruchu elektronu w pojedynczym wiązaniu, pokazuje poniższy rysunek.



Rys.4 W górnym rzędzie pokazane są trzy podstawowe typy wiązania chemicznego realizowanego poprzez jeden elektron: dwu-centrowa orbita wiązania sztywnego, jedno-centrowa orbita wiązania metalicznego i wiązanie wodorowe. W rzędzie dolnym pokazane są trzy dwu-elektronowe odpowiedniki tych wiązań.

Cząsteczka wodoru. Punktem wyjścia do ustalenia trajektorii dwu elektronów wiążących może być neutralna cząsteczka wodoru. Tu sytuacja jest względnie prosta, jako że mamy dwa „gołe" atomowe jądra i dwa kolektywnie poruszające się elektrony. Z formalnego punktu widzenia problem jest jednoznacznie zdefiniowany a poszukiwanie trajektorii zamkniętych, które mogłyby odwzorowywać rzeczywisty ruch elektronów nie przedstawia większych trudności. I tak, przeprowadzając numeryczne całkowanie równań ruchu stwierdzamy, że istnieje równowagowa trajektoria zamknięta o postaci niemal dokładnie takiej samej, jak trajektoria elektronu w zjonizowanej cząsteczce wodoru, a numeryczna wartość molekularnego parametru niemal dokładnie odpowiada wartości eksperymentalnej. Ta zgodność pozwala nam twierdzić, że poznaliśmy budowę najprostszej cząsteczki neutralnej, jaką jest neutralna cząsteczka wodoru. Jej artystyczny obraz pokazuje zamieszczona obok grafika.

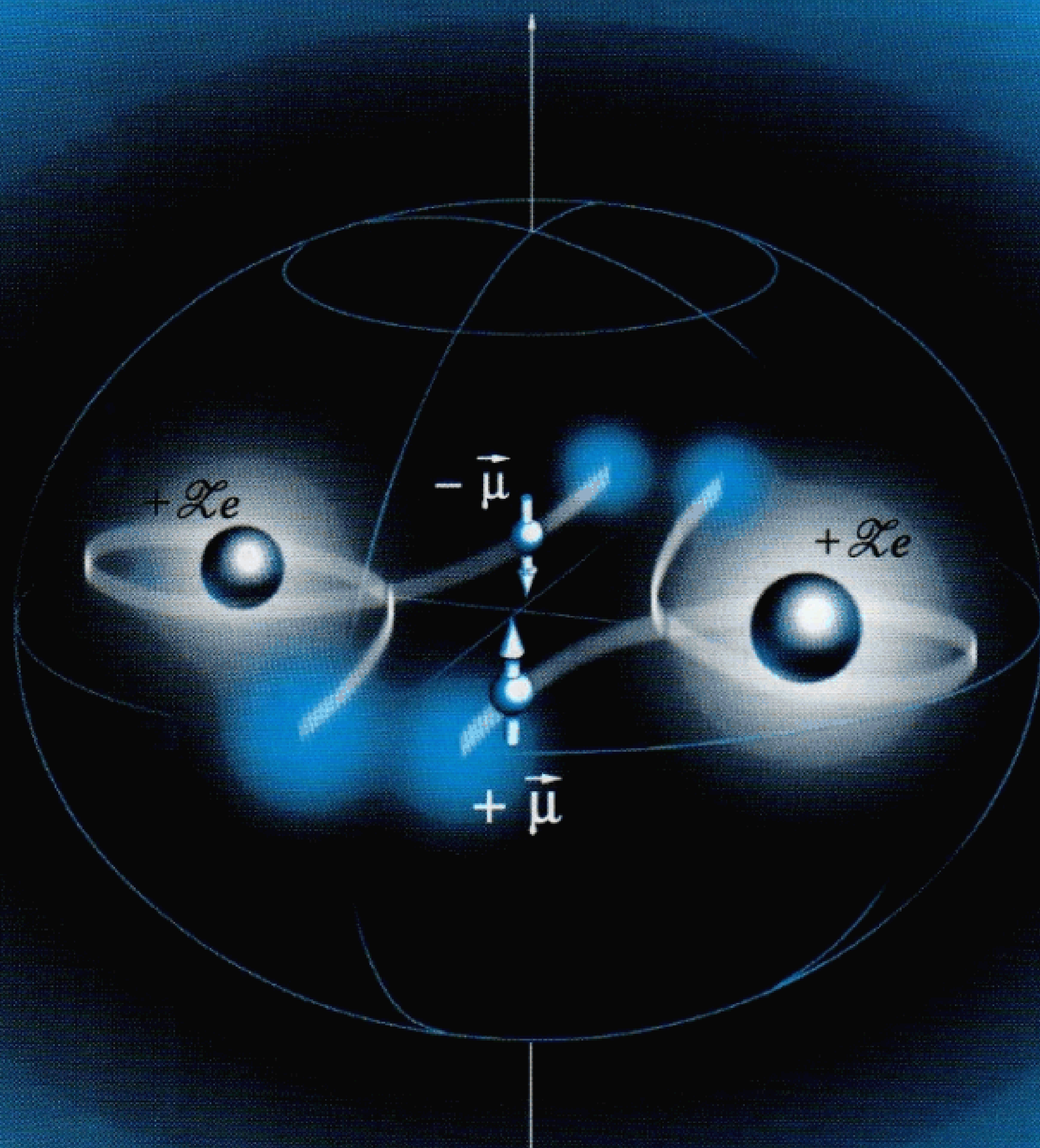
Aczkolwiek tory elektronów w neutralnej i zjonizowanej cząsteczce wodoru są podobne, to bliższa analiza problemu pokazuje, że rozwiązanie opisujące cząsteczkę neutralną jest mało stabilne – niewielka zmiana warunków początkowych powoduje istotne zmiany w ruchu elektronów. Ta nie stabilność znajduje swoje odzwierciedlenie w rzeczywistości: wodór to jeden z najbardziej wybuchowych gazów. Źródło tej niestabilności to czysto elektrostatyczny charakter wiązania z pozostającymi cały czas w oddaleniu elektronami.



cząsteczka wodoru ($\mathscr{Z} = 1$)

molekularny parametr $w_{mol} = \frac{W\,X}{2\,\mathscr{Z}\,e^2}$

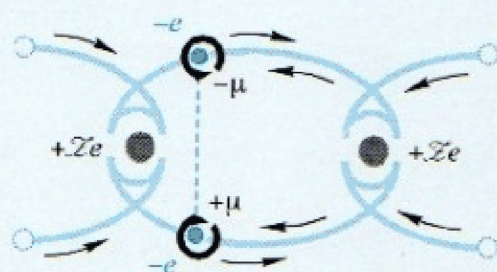
$w_{mol}^{eksp.} = 0.592$



Trajektoria okrężna

$w_{mol}^{teor} = 0.590$

Cząsteczka wodoru. Mało stabilny układ dwu protonów i dwu elektronów utrzymywany w stanie równowagi jedynie siłami elektrostatycznego oddziaływania (spinowe oddziaływanie magnetyczne znikome).



wiązanie typu π

Co dalej ? Skoro cząsteczka wodoru jest nie stabilna to nasuwa się pytanie: jak wygląda wiązanie cząsteczek stabilnych typu N_2 czy O_2 ? Otóż okazuje się, że kolektywny „taniec" dwu elektronów w polu elektrycznym dwu atomowych jąder może przebiegać na dwa różne sposoby. Raz, kiedy to oba elektrony pozostają cały czas w oddali, tak jak to ma miejsce w cząsteczce wodoru, i dwa, kiedy oba elektrony podążają razem do tego samego jądra, tak jak to ma miejsce w atomie helu. W tym drugim przypadku dochodzi do silnego oddziaływania poprzez spinowe pole magnetyczne. Energia oddziaływania magnetycznego dwu elektronów okazuje się być tego samego rzędu, co energia oddziaływania elektrostatycznego z polem Coulombowskim jądra. Można przypuszczać, że wspólny ruch dwu elektronów do tego samego jądra jest cechą charakterystyczną tak zwanego wiązania typu π.

Odkładając dokładne rozgryzienie problemu na przyszłość, w tym miejscu warto jest zrobić pewną uwagę, która może być bardzo pomocna przy tropieniu elektronów tak w mniejszych, jak i w większych związkach chemicznych. Mam tu na myśli technikę eksperymentów zderzeniowych, która dostarczyła istotnych informacji o budowie atomu. W przypadku związków chemicznych źródłem szczególnie cennych informacji o ruchu elektronów wiążących będą pomiary kątowe rozpraszania powolnych elektronów, takie jak te, o których mówiliśmy w rozdziale poprzednim z okazji omawiania zjawiska Ramsauera. I tak na przykład, analiza danych doświadczalnych z rozpraszania powolnych elektronów na cząsteczce wodoru pokazała, że wiązanie zachodzi przy przeciwbieżnie poruszających się elektronach. Wniosek ten był oparty na fakcie, że w tym przypadku rozwinięcie pola elektrycznego na szeregi zaczyna się od członu kwadrupolowego, a w przypadku współbieżnie poruszającej się pary wiązania typu π jest to człon dipolowy. Metoda rozpraszania powolnych elektronów na małe kąty pozwala te różnice wychwycić (Tych, którzy chcieliby na ten temat coś więcej się dowiedzieć odsyłam, bądź to do mojego popularno naukowego artykułu, jaki się ukazał w Problemach z maja 1976 roku, bądź też do potężnych moich trzech artykułów opublikowanych w Journal Physical Chemistry w 1975 roku – literatura dla profesjonalistów).

Zamykając fizyko-chemiczne rozważania, spróbujmy teraz spojrzeć na problem, który na pierwszy rzut oka wydaje się nie mieć nic wspólnego z chemią – na problem budowy atomowego jądra. Weryfikowaliśmy już różne, fizyczne teorie, popatrzmy również i na te dotyczące budowy atomowego jądra.

§3. SCEPTYCZNIE O KWANTOWEJ TEORII ATOMOWEGO JĄDRA

Siły jądrowe, to konieczność czy pójście na łatwiznę ? U podstaw wszelkich rozważań o budowie atomowego jądra tkwią następujące fakty eksperymentalne:

– ładunek elektryczny jądra Q_j jest całkowitą wielokrotnością ładunku elementarnego e:

$$Q_j = \mathcal{Z} e \qquad \text{gdzie} \quad \mathcal{Z} = 1, 2, 3 \ldots$$

– masa jądra m_j jest w pierwszym przybliżeniu całkowitą wielokrotnością masy protonu m_p

$$m_j = A\, m_{jp} \qquad \text{gdzie} \quad A = 1, 2, 3 \ldots$$

– pomiędzy liczbą atomową $\mathcal{Z}$, a liczbą masową A, istnieje przybliżona zależność:

$$\mathcal{Z} = \tfrac{1}{2} A \ .$$

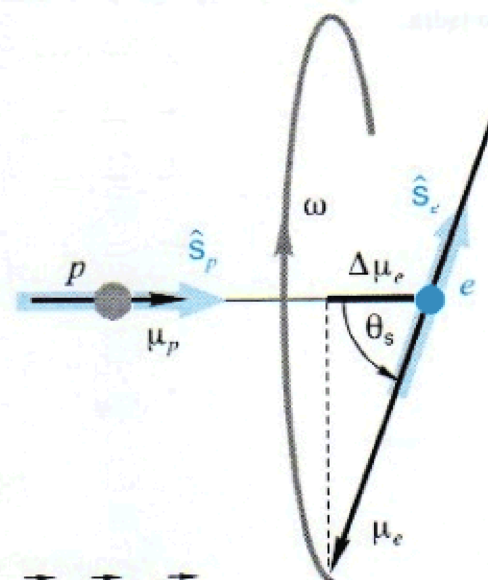
Fakty te sugerują wprost: jądro atomu to zbiór protonów i elektronów, przy czym liczba masowa A, określa liczbę protonów, a różnica liczby atomowej Z i liczby masowej A określa liczbę znajdujących się tam, elektronów. Taki właśnie model jądra został zaproponowany przez Rutherforda jeszcze w 1920 roku.

Ta prosta idea budowy atomowego jądra została podważona w 1932 roku przez odkrycie neutronu – cząstki elektrycznie neutralnej i posiadającej masę minimalnie jedynie większą niż masa protonu. Pomimo że neutron w stanie swobodnym nie istnieje, rozpadając się z okresem połowicznego zaniku około 15 minut na dodatnio naładowany proton i niosący ujemny ładunek elektryczny elektron, to został on potraktowany jako samodzielna cząstka elementarna rządząca się swoimi odrębnymi prawami. ***Aby uzasadnić fakt łączenia się protonów i pozbawionych ładunku elektrycznego neutronów w atomowe jądra, zapostulowano istnienie nowej kategorii sił, którym nadano nazwę sił jądrowych.*** I tak to, w latach trzydziestych ubiegłego stulecia, postulując istnienie sił jądrowych zaczęto w oparciu o równanie Schrödingera, budować kwantową teorię atomowego jądra. W rezultacie powstał kwantowy formalizm, który na podobieństwo kwantowego formalizmu fizyki atomowej, stanowi zbiór luźno powiązanych pomiędzy sobą recept rachunkowych odtwarzających obserwowane wyniki pomiarów. W przypadku zderzeń jądrowych, tak jak i w przypadku zderzeń atomowych, niepodzielnie króluje, zdyskredytowana przez nas w obszarze fizyki atomowej, kwantowa teoria zderzeń Borna. ***Wykazanie pryncypialnych błędów tkwiących u podstaw mechaniki kwantowej, pociąga za sobą konieczność przeanalizowania postulatów tkwiących u podstaw kwantowej teorii atomowego jądra.*** Tu na pierwszy plan wysuwa się pytanie: czy prosta myśl Rutherforda, że atomowe jądro to konglomerat protonów i elektronów, faktycznie nie ma racji bytu ?

To, że do tej pory nie udało nam się na bazie protonu i elektronu skonstruować neutronu nie jest dowodem, że taka konstrukcja jest niemożliwa.

Neutron – cząstka elementarna, czy obiekt złożony ? Starając się odpowiedzieć na to kluczowe pytanie fizyki jądrowej należy przede wszystkim przypomnieć, że moment magnetyczny elektronu jest blisko trzy razy większy niż moment magnetyczny protonu i moment magnetyczny neutronu. Fakt ten miał świadczyć o tym, że neutronu nie można traktować jako stanu związanego protonu i elektronu. Ale zaskakujący fakt znikania momentu magnetycznego elektronu traci swą moc, jeżeli spojrzymy na układ ***proton + elektron,*** nie z pozycji indywidualnych własności swobodnych cząstek, ale z pozycji dwu sprzęgniętych ze sobą siłami magnetycznymi żyroskopów. Przecież momenty skręcające mające swe źródło w magnetyzmie protonu i elektronu powodują precesję elektronu, a pomiar momentu magnetyczny neutronu daje wartość uśrednioną po czasie !

To, co mierzymy w eksperymencie to jedynie rzut wektora momentu magnetycznego na kierunek wektora precesji – a on, generalnie rzecz biorąc może być dowolnie mały.



Neutron = proton + elektron

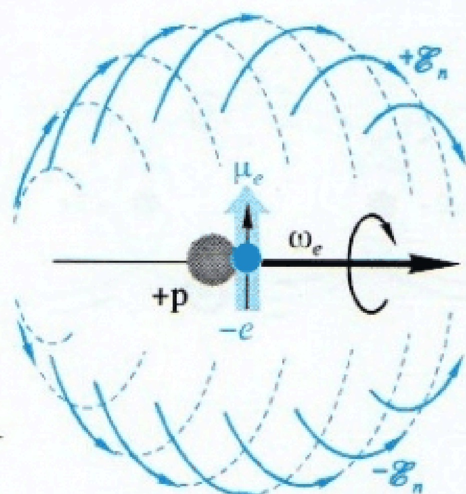
Tu warto zauważyć, że energia kinetyczna ruchu żyroskopowego protonu i elektronu przy odległości równej dwu promieniom elektrycznym elektronu wynosi 0.89 mc^2, o czym się łatwo przekonać korzystając z zależności:

$$E_{rot} = 2(\tfrac{1}{2}\hbar\omega) = \frac{\mu_p\,\mu_e}{r_{pe}^3}\left(\hat{s}_p \cdot \hat{s}_e - 3(\hat{s}_p \cdot \hat{r}_{pe})(\hat{s}_e \cdot \hat{r}_{pe})\right),$$

a więc jest tego samego rzędu, co energia rozpadu β(!).

Co więcej, precesji w układzie: ***proton + elektron,*** towarzyszy pojawienie się pola elektrycznego, którego nie posiada osobno ani proton, ani elektron – jest to indukowane pole elektryczne obracającego się magnesu, jakim jest elektron:

$$\mathscr{E}_n = \frac{1}{c}\left[[\mu_e \times \omega_e] \times \frac{\mathbf{r}}{r^3}\right] \quad \text{gdzie} \quad \omega_e = s_p \frac{\mu_p \mu_e}{r_{pe}^3} \cos\theta_e \ .$$

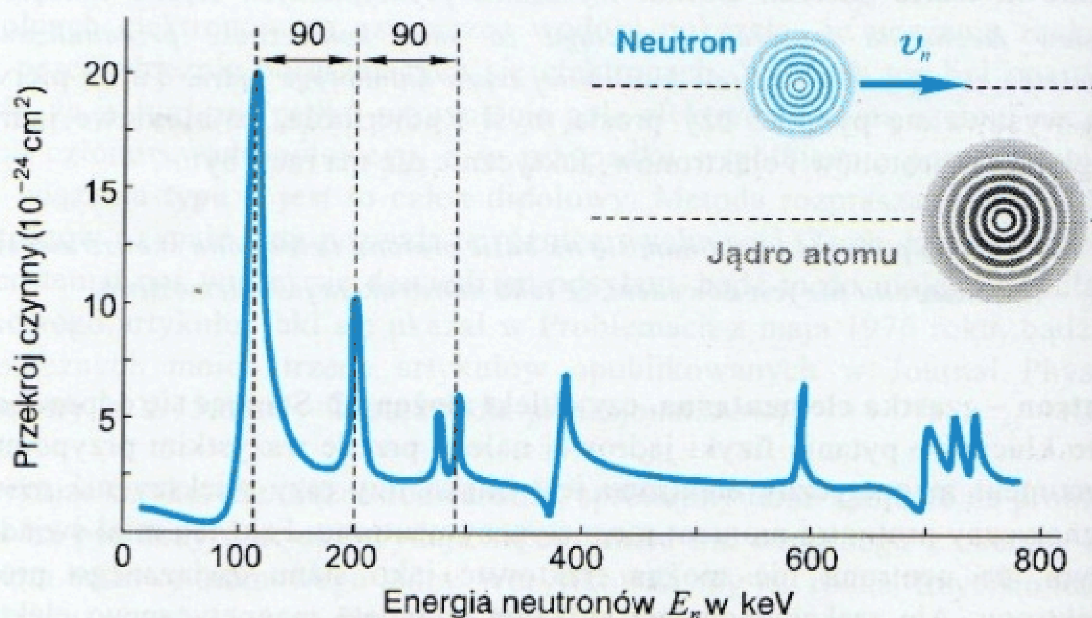


Elektryczne pole wirowe neutronu

Tak więc

elektrycznie obojętny neutron ma periodycznie zmienne, długo-zasięgowe malejące z kwadratem odległości, pole elektryczne.

Można oczekiwać, że atomowe jądro będzie otoczone podobnym szybkozmiennym polem elektrycznym. Fakt ten znajduje swoje potwierdzenie w rezonansowym charakterze rozpraszanie neutronów, co świetnie ilustrują wyniki pokazane na poniższym rysunku 4. Mamy tam do czynienia, z rezonansem wynikającym z oscylacyjnego pola elektrycznego jądra i „falowego" pola neutronu, jakim jest pole elektryczne mające swe źródła w translacyjnej precesji jego ciężkiej składowej, jaką jest proton.



Rys.5. Rezonanse te, to przejaw istnienia zmiennego pola elektrycznego neutronu o częstości związanej z translacyjną precesją osi spinowej protonu pociągającej za sobą ruch wirowy orbity elektronu wchodzącego w skład neutronu. Pozostając w ramach klasycznej dynamiki można dosyć prosto wyprowadzić rezonansową formułę Breita-Wignera, za którą się kryje rezonansowe oddziaływanie zmiennego pola elektrycznego neutronu i szybko zmiennego oscylacyjnego pola elektrycznego jądra.

Istotnie, biorąc pod uwagę, że szybkość translacyjnej precesji neutronu wynika z zależności:

$$\omega_n = \frac{2E_n}{\hbar} \ ,$$

to obserwowane na rysunku 4, piki rozpraszania określają częstość oscylacji, ω_j, lub ich harmoniczne, $k\ \omega_j$ zmiennego pola elektrycznego jądra. Analizując krzywą podaną na rysunku 4 dochodzimy do wniosku, że podstawowa częstość drgań pola elektrycznego danego jądra ma wartość:

$$\omega_n^{rez} = k\,\omega_j \ ,$$

a więc jest tego samego rzędu co szybkość żyroskopowej precesji w układzie proton + elektron.

Spinowy magnetyzm rządzi budową atomowego jądra. Jedną z podstawowych informacji o budowie atomowego jądra, to eksperymentalnie ustalona relacja pomiędzy promieniem jądra r_j, a jego liczbą masową A:

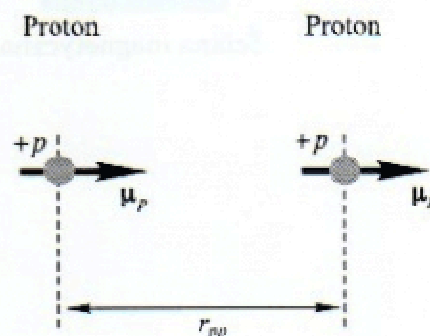
$$r_j = r_F\, A^{1/3} \;, \qquad \text{gdzie} \qquad r_F = 1.3\cdot 10^{-13}\ \text{cm} \;.$$

Relacja ta mówi nam, że nukleony (protony) w atomowym jądrze zachowują się jak twarde kule o średnicy r_F. W szczególnym przypadku najprostszego jądra, jakim jest deuteron, odległość pomiędzy dwoma protonami, określona na podstawie pomiaru momentu kwadrupolowego, jest dwa razy mniejsza i wynosi:

$$r_{deut}^{eksp} = 7.4\cdot 10^{-14}\ \text{cm} \;.$$

Poszukując sił odpowiedzialnych za takie a nie inne upakowanie protonów w atomowym jądrze rozpatrzmy stan równowagi pomiędzy dwoma protonami określony siłą elektrostatycznego odpychania i siłą magnetycznego przyciągania występującą przy anty równoległym ustawieniu spinów. Podstawiając do znanych wzorów, znane z pomiarów, wartości ładunku elektrycznego i momentu magnetycznego otrzymujemy:

$$\frac{e^2}{r_{pp}^2} = 3\cdot 2\,\frac{\mu_p^2}{r_{pp}^4} \quad \longrightarrow \quad r_{pp} = 7.2\cdot 10^{-14}\ \text{cm} \;.$$



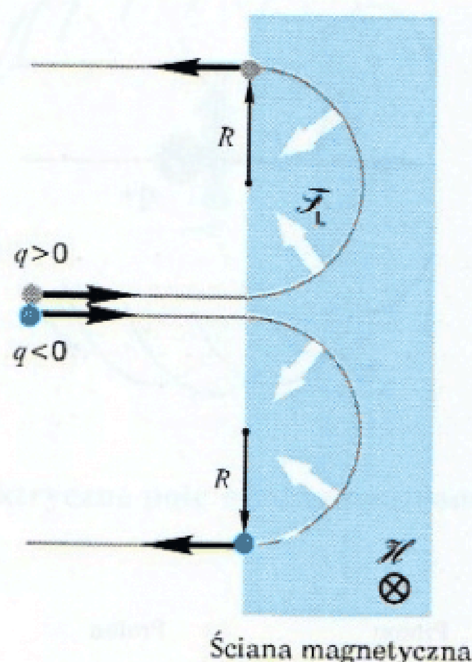
Tak więc, obliczona wartość jest dokładnie taka jaką daje pomiar momentu kwadrupolowego! Czyżby na mikro-skali, pokrywającej wiele rzędów wielkości przypadkowa koincydencja ? Nie, nie wydaje się.

Zgodność tych dwu liczb, to trudny do zakwestionowania argument, że krótko-zasięgowe spinowe pole magnetyczne protonu determinują tworzenie się atomowych jąder.

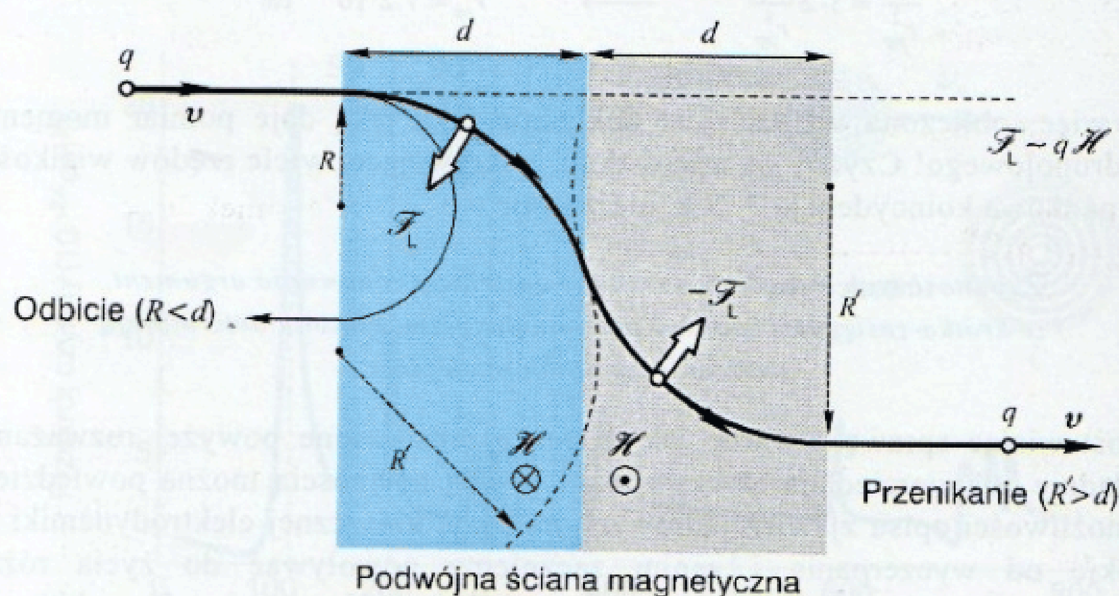
Pozostawiając sprawę otwartą, jak dalece przedstawione powyżej rozważania dokładnie odzwierciedlają rzeczywistość, z całą pewnością można powiedzieć, że możliwości opisu zjawisk jądrowych na bazie klasycznej elektrodynamiki są dalekie od wyczerpania i zanim zaczniemy powoływać do życia różne egzotyczne typy sił, warto jeszcze raz dobrze się przyjrzeć problemom atomowego jądra z pozycji klasycznej elektrodynamiki.

§4. PRÓBUJEMY ZAJRZEĆ DO WNĘTRZA FOTONU

W poprzednim paragrafie daliśmy przykłady niewykorzystania możliwości tkwiących w klasycznej elektrodynamice do opisu zjawisk mikroświata. W rozdziale drugim przedstawiliśmy wywodzący się z klasycznej elektrodynamiki mechanizm powstawania pasiastych obrazów w doświadczeniu Younga zamykając w zasadzie dyskusję nad naturą światła. ***Światło to niechybnie dobrze zlokalizowane w przestrzeni obiekty oddziaływujące z otoczeniem poprzez szybko oscylujące pole elektromagnetyczne.*** W tym momencie stajemy przed kolejnym zadaniem, jakim jest znalezienie odpowiedzi na pytanie: jak wygląda elektromagnetyczne pole fotonu, co w konsekwencji ma być odpowiedzią na pytanie, jak ma strukturę obiekt, który nazwaliśmy fotonem. Mając w dalekosiężnej perspektywie rozwiązanie tej fascynującej zagadki, rozpatrzmy kilka szkolnych przykładów z zakresu elementarnej elektrodynamiki, której podstawy formułowali: Faraday i Lorentz, a które mogą rzucić jakieś światło na postawiony przez nas problem.

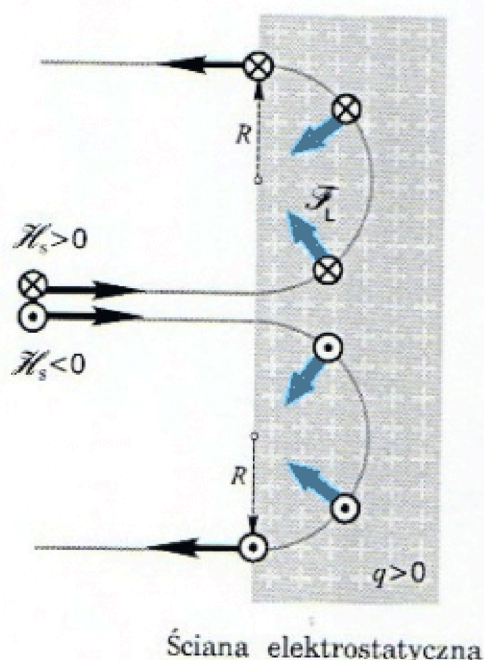


Przechodzenie cząstek naładowanych przez barierę magnetyczną. Już w szkole średniej uczono nas, że na cząstkę naładowaną poruszającą się w polu magnetycznym działa prostopadła do wektora prędkości cząstki siła, zwana siłą Lorentza. W jednorodnym polu magnetycznym pod wpływem tej siły cząstka porusza się po okręgu. Jego promień R_L, zwany promieniem Larmora, jest odwrotnie proporcjonalny do wartości pola magnetycznego $\mathcal{H}$ i wielkości ładunku elektrycznego cząstki q. Jeżeli na drodze pędzącej cząstki znajdzie się ściana magnetyczna to poruszająca się po prosto liniowym torze cząstka po wejściu w nią zacznie się poruszać po łuku o promieniu R_L. Korzystając z cyrkla i robiąc prosty rysunek łatwo się przekonać, że padająca prostopadle na ścianę cząstka, po przebyciu połowy okręgu, o ile promień tego okręgu będzie mniejszy od grubości ściany d, wyjdzie z obszaru pola. Odbita od ściany cząstka będzie się oddalać równolegle do toru, po jakim w obszar pola magnetycznego przyszła. Jeżeli promień okręgu, po jakim porusza się cząstka w obszarze pola będzie większy od grubości ściany to cząstka przedostanie się na jej drugą stronę. W przypadku dwuczęściowej bariery magnetycznej, składającej się z dwu ścian z przeciwnie skierowanym polem magnetycznym, cząstka po przejściu bariery będzie się poruszać dokładnie w tym samym kierunku, w jakim podążała na barierę aczkolwiek obie gałęzie trajektorii będą równolegle przesunięte, patrz rysunek 6.

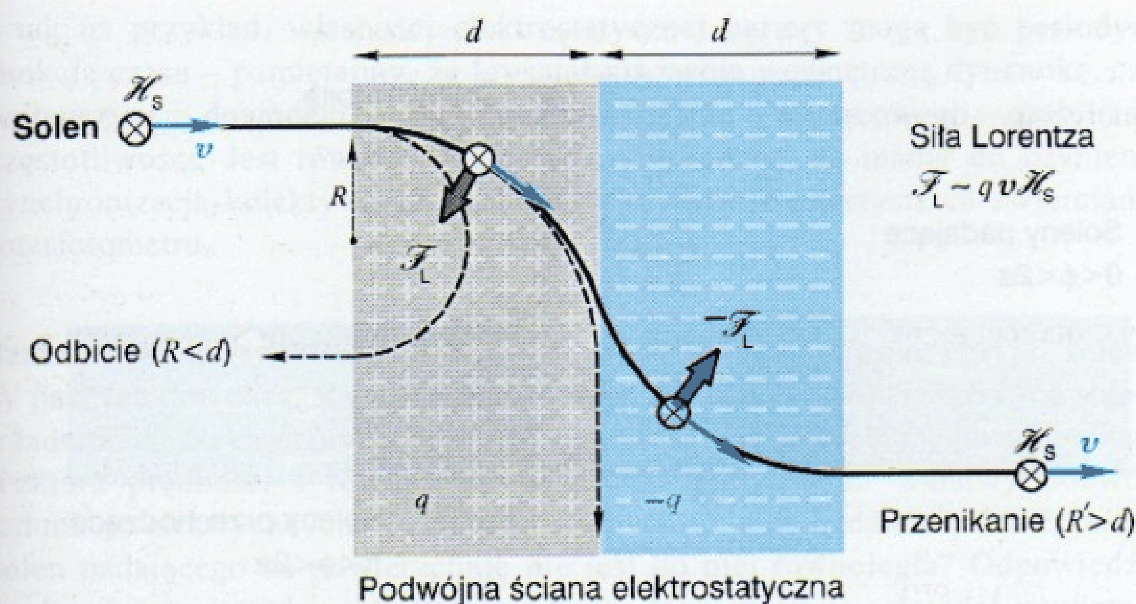


Rys.6. Trajektoria cząstki naładowanej padającej na dwu częściową barierę pola magnetycznego – w obu częściach bariery linie sił pola magnetycznego są prostopadłe do płaszczyzny rysunku, ale mają przeciwny zwrot.

Efekt końcowy przechodzenia i odbijania się od bariery pozostanie taki sam, również i wtedy, jeżeli obie części bariery nie będą identyczne, byleby był spełniony warunek: $d_1 \mathcal{H}_1 = d_2 \mathcal{H}_2$, a nawet wówczas, jeżeli pola magnetyczne będą niejednorodne, o ile tylko całka $\int \mathcal{H}(x)\, dx$, w obszarze jednego pola i w obszarze drugiego pola będzie miała tą samą wartość.



Przechodzenie „solenów" przez barierę elektrostatyczną. Prowadząc nasze akademickie rozważania o cząstkach i polach zróbmy teraz, postępując zgodnie z zasadami klasycznej elektrodynamiki sformułowanej przez Farady'a, następującą zamianę. Te obszary przestrzeni, gdzie było jednorodne pole magnetyczne $\mathcal{H}$ wypełnimy równomiernie ładunkami elektrycznymi odpowiednio o gęstości $+\rho$ w jednym obszarze i o gęstości $-\rho$ w drugim obszarze. Cząstkę z ładunkiem q zamienimy długą cewką z prądem o osi zorientowanej równolegle do powierzchni bariery – taki magnetyczny cząstkę z polem magnetycznym, takim jakie wytwarza długa jednorodna cewka z łacińska zwana solenoidem, będziemy nazywać ***solenem.*** I cóż, okazuje się, że soleny odbijają się od bariery elektrostatycznej tak, jak się odbijają cząstki naładowane od bariery magnetycznej !

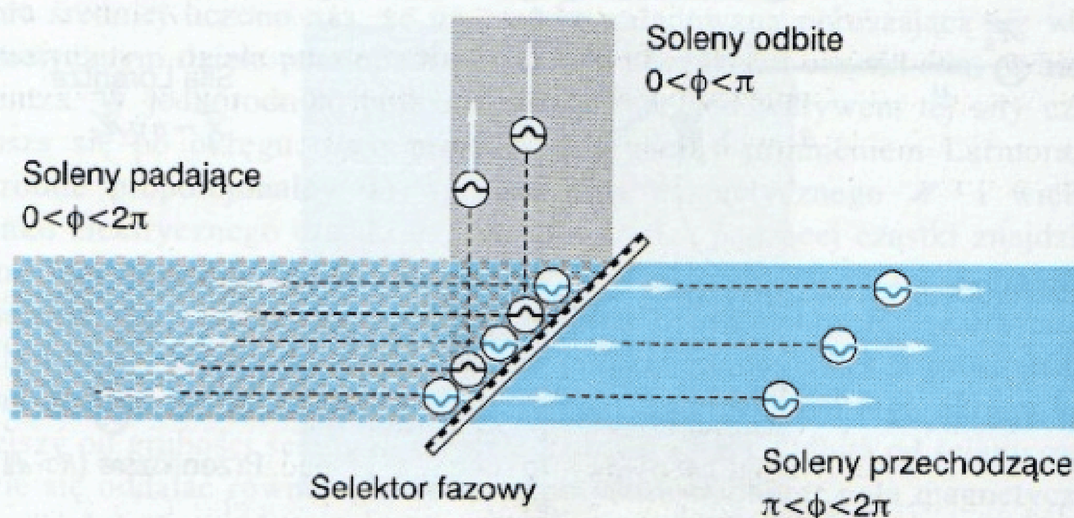


Rys.7. Podwójna warstwa rozdzielonych ładunków elektrycznych, w stosunku do padającej na nią długiej cewki z prądem spełnia rolę taką, jak dwa obszary z przeciwnie skierowanym polem magnetycznym odgrywają w odniesieniu do poruszającej się cząstki naładowanej.

Bariera dynamiczna. Załóżmy teraz, że prąd solena jest periodyczną funkcją czasu. A więc w takt zmian prądu będzie się zmieniać siła Lorentza określająca przechodzenie solenów przez elektrostatyczna barierę. Załóżmy ponadto, że czas przejścia solena przez barierę jest znacznie krótszy od okresu oscylacji jego pola magnetycznego. W tej sytuacji o przejściu solena przez barierę decydować będzie wartość jego pola magnetycznego w momencie dojścia do bariery. W przypadku bardzo dużych gęstości ładunku elektrycznego w barierze solen będzie mógł przez niego przeniknąć jedynie w bardzo krótkich interwałach czasu, kiedy jego pole magnetyczne jest bliskie zera. Zmieniając gęstość ładunków elektrycznych w barierze możemy zmieniać stosunek ilości solenów odbitych do solenów przechodzących.

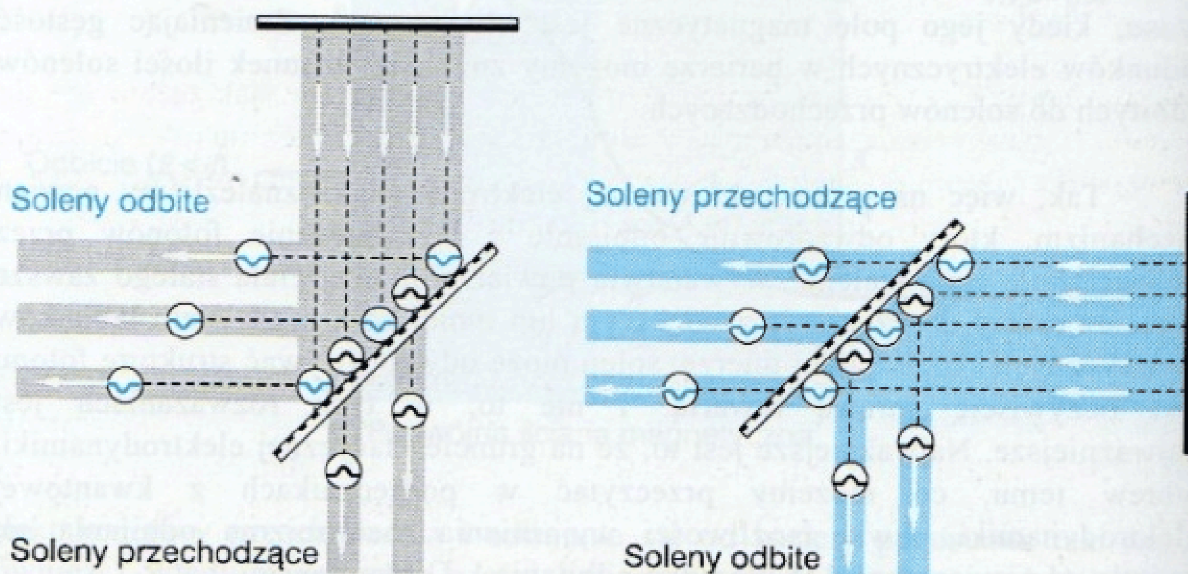
Tak, więc na gruncie klasycznej elektrodynamiki znaleźliśmy pewien mechanizm, który odwzorowuje odbijanie i przechodzenie fotonów przez powierzchnię ciała stałego. W warstwie powierzchniowej ciała stałego zawsze przecież mamy do czynienia z większym lub mniejszym rozdziałem ładunków elektrycznych. To, w jakiej mierze, solen może odwzorowywać strukturę fotonu jest oczywiście sprawą otwartą. I nie to, w tych rozważaniach jest najważniejsze. Najważniejsze jest to, że na gruncie klasycznej elektrodynamiki, wbrew temu, co możemy przeczytać w podręcznikach z kwantowej elektrodynamiki, tkwią możliwości wyjaśnienia mechanizmu odbijania się światła od powierzchni. I to nie tylko odbijania ! O tym poniżej.

Bariera elektrostatyczna jako separator fazowy solenów. We wszelkiego typu interferometrach jak wiemy, kluczowym elementem tego urządzenia jest ustawiona pod kątem 45° do wiązki światła półprzepuszczalne zwierciadło. Zobaczmy, więc co się będzie dziać, jeżeli na drodze wiązki solenów ustawimy, nachyloną pod kątem 45° barierę elektrostatyczną. Dobierając odpowiednio parametry tej bariery, jej grubość i gęstość ładunku przestrzennego, możemy stworzyć warunki, kiedy soleny w jednym półokresie oscylacji pola magnetycznego będą odbijać się od bariery, a w drugim półokresie będą przez tą barierę przechodzić. Taka półprzepuszczalna bariera, będzie się zachowywać jak separator fazowy solenów – w jednej połówce okresu oscylacji pola magnetycznego soleny są odbijane od bariery w kierunku prostopadłym do kierunku padającej wiązki, a w drugim przez nią przechodzą poruszając się dalej bez zmiany kierunku. Taką wyidealizowaną sytuację, kiedy obie części bariery są wypełnione ładunkami o takiej samej gęstości przedstawia rysunek 7.



Rys.8. Próba wyjaśnienia mechanizmu działania interferometru. Na rysunku przedstawiony jest pierwszy etap drogi jaką przebywają fotony w interferometrze – tutaj występują one pod postacią solenów. W zależności od tego, w którą stronę było skierowane pole magnetyczne solena w momencie dotarcia do półprzepuszczalnej dipolowej bariery elektrostatycznej przechodzi on na jej drugą stronę, bądź też odbija się od niej podążając dalej w kierunku prostopadłym do kierunku, z którego przyszedł.

Prążki „interferencyjne" jako rezultat dwukrotnej separacji fazowej. Jeżeli dwa strumienie rozdzielonej przez separator fazowy wiązki, skierujemy na dwa prostopadle ustawione zwierciadła to po odbiciu wrócą one z powrotem do separatora, gdzie po raz wtóry dojdzie do procesu separacji. W zależności od tego, z jaką fazą powrotny solen osiągnie powierzchnię separatora, albo zmieni kierunek ruchu o 90°, albo przejdzie na wprost. Każdy element wiązki, na skutek różnicy dróg od powierzchni separatora do lustra odbijającego i znowu do powierzchni, zostanie podzielony na pasma, patrz rysunek 9.



Rys.9. Drugi etap drogi, jaką przebywa foton (symulujący go solen) w interferometrze. Przedstawiona symulacja wykazuje, że prążki, jakie obserwujemy w interferometrze są wynikiem separacji fazowej na półprzepuszczalnej powierzchni zwierciadła.

Dwie rozdzielone wiązki po powtórnym złożeniu mogą dać, albo obraz równomiernie oświetlony, albo obraz pasmowy, charakterystycznych dla tak zwanej interferencji. I aczkolwiek nie możemy jeszcze z całą pewnością twierdzić, że w ten właśnie sposób powstają obrazy interferencyjne w powszechnie znanym interferometrze, to mamy dowód na to, że ***pasiaste obrazy to nie argument mający obalać korpuskularną teorię światła.***

Postawić kropkę nad *i*. Starając się rozwikłać sprawę interferometrii do końca należy mieć na uwadze, że przyczyną zmiany układu prążków na ekranie może być tak zmiana fazy oscylacji wywołana oddziaływaniem z ośrodkiem, przez który podąża foton, jak i zmianą własności półprzepuszczalnej płytki na skutek oddziaływania tej płytki z tymże ośrodkiem. W dociekaniach tych nie możemy również pominąć również innych okoliczności, jakie kryją się za całym mnóstwem milczących założeń.

I tak na przykład, własności elektrostatycznej bariery mogą być periodyczną funkcją czasu – pamiętajmy, że kryształ ma swoją wewnętrzną dynamikę, czego najlepszym dowodem jest funkcjonowanie kwarcowego stabilizatora częstotliwości. Jest również wielce prawdopodobne, że mamy do czynienia z synchronizacją kolektywnych ruchów elektronów we wszystkich zwierciadłach interferometru.

Jeszcze jedna światło-podobna własność solena – polaryzacja solenów. W naszych dotychczasowych rozważaniach o oddziaływaniu rurkowych solenów z ładunkami elektrycznymi zakładaliśmy, że soleny są prostopadle ustawione do wektora prędkości i równoległe względem powierzchni warstwy podwójnej ładunków elektrycznych. Tu nasuwa się pytanie: a co będzie się dziać, jeżeli oś solen padającego na powierzchnię nie jest do niej równoległa? Odpowiedź nie wydaje się być trudna. Na koniec solena, który pierwszy dotknął powierzchni działająca na niego siła powoduje obrót solena wokół jego środka ciężkości. Jeżeli, moment bezwładności solena i jego moment żyroskopowy są odpowiednio małe, to solen niezależnie od swojej początkowej orientacji wejdzie w powierzchnię praktycznie równolegle. Przy odbiciu nie zmieni on już swojej równoległej orientacji. A więc odbicie powoduje polaryzację solenów. Jeżeli solen przechodzi przez warstwę podwójną, to po wejściu w obszar ładunków o przeciwnym znaku siła obracająca solen zmienia znak i wychodzi z niej zorientowany tak jak był zorientowany przed wejściem w obszar warstwy podwójnej. Widzimy, że ***soleny zachowują się tak, jak zachowuje się światło w procesie odbicia i przechodzenia przez powierzchnię ciała stałego czy cieczy.***

Jak może wglądać foton ? Ponieważ solen zachowuje się tak, jak zachowuje się światło, to nasuwa się podejrzenie, że obiekt ten w jakimś stopniu odwzorowuje wewnętrzną strukturę fotonu. Spróbujmy wobec tego, popatrzeć na solen z perspektywy formuły definiującej foton – kwant światła:

$$E_{\text{fot}} = h\,\nu = \hbar\,\omega \;.$$

⟵ **definicja fotonu**

Stwierdza ona jednoznacznie, że ruch wirowy stanowi istotę fotonu, jako że ***stała Plancka h, definiująca foton, to nic innego, jak moment kinetyczny obracającego się bąka*** Ale stała Plancka h, elementarny ładunek e i szybkość światła c są powiązane pomiędzy sobą poprzez stałą struktury subtelnej α. Korzystając z tego faktu, że $\alpha = e^2/\hbar c = 1/137$ formułę definiującej foton możemy sprowadzić do postaci ujawniającej elektryczną naturę fotonu:

$$E_{\text{fot}}^{\text{elektr}} = \frac{e^2}{\alpha\lambda} \,,$$

a w konsekwencji i jego magnetyzm – skoro będąca nośnikiem ładunku elektrycznego materia obraca się. Kontynuując nasze śledztwo, zróbmy teraz upraszczające założenie, że cała masa fotonu m_ν jest zlokalizowana w bardzo cienkim cylindrze o promieniu r_ν wirującym z taką szybkością kątową, iż jego prędkość obwodowa jest równa c. Korzystając z formalnej zależności:

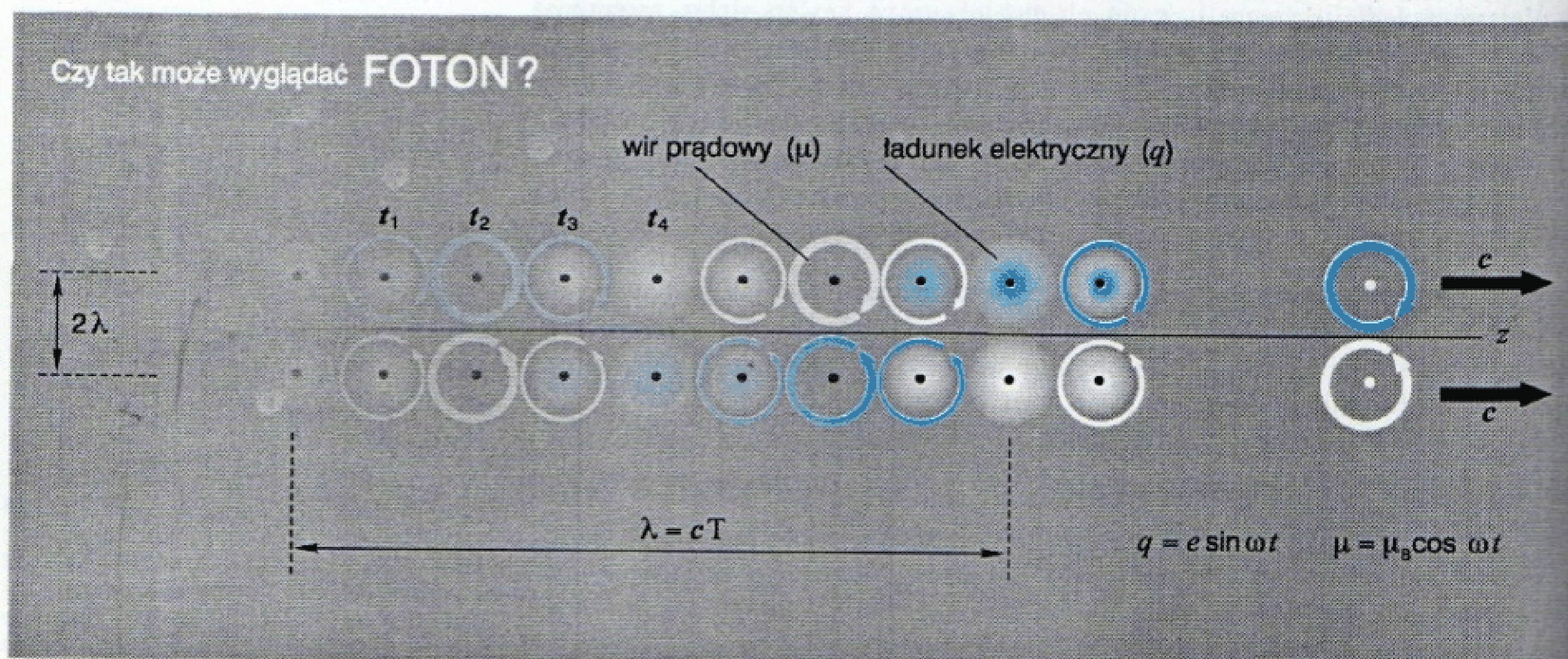
$$\hbar = m_{\text{fot}}\, r_{\text{fot}}\, c \;,$$

i przyrównując formułę definiującą kwant światła z formułą identyfikującą energię obiektu z jego masą inercyjną $E_{\text{fot}} = m_{\text{fot}}\,c^2$, otrzymamy:

$$r_{\text{fot}} = \lambda \;.$$

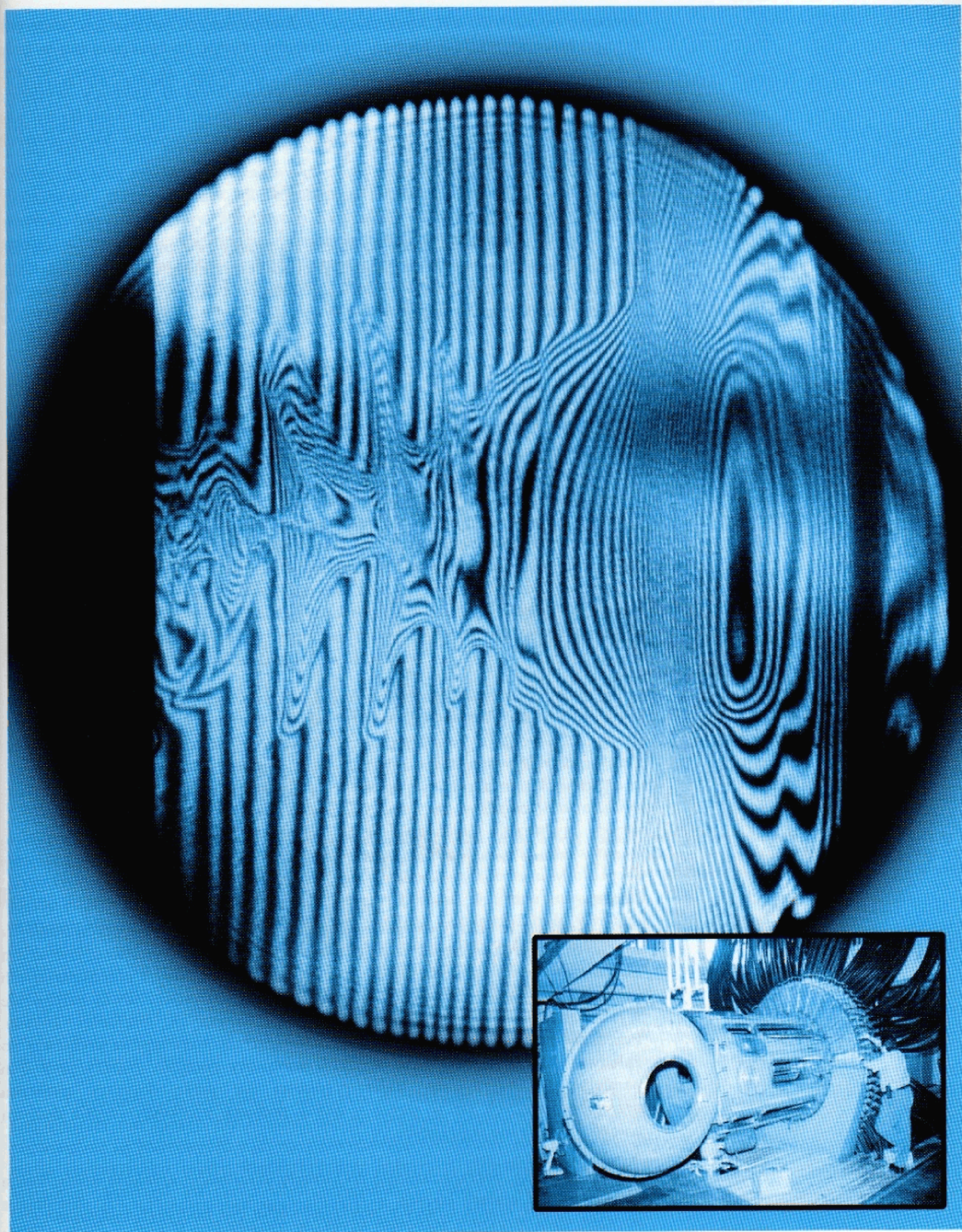
⟵ **promień fotonu**

A, więc foton można przyrównać do cewki o promieniu λ, w której z prędkością c cyrkuluje ładunek elektryczny e. Nie jest to jednak wniosek do końca prawdziwy, jako że foton to obiekt elektrycznie neutralny. Aby być w zgodzie z tym faktem, musimy przyjąć, że mamy do czynienia z dwoma ładunkami elektrycznymi o przeciwnych znakach. $+e$ i $-e$, wirującymi w przeciwnych kierunkach. Ponieważ momenty żyroskopowe wirujących ładunków znoszą się to foton, pomimo, że zdefiniowany jest poprzez stałą Plancka h będącą synonimem własności żyroskopowych, może swobodnie zmieniać orientację – stąd, więc łatwość, z jaką światło ulega polaryzacji. Tu należy pamiętać, że ***momenty żyroskopowe pary wirów odejmują się, ale ich momenty magnetyczne, z uwagi na różnicę znaków, dodają się.*** Wychodząc z faktu, że pole elektromagnetyczne fotonu to pole zmienne, możemy foton potraktować jako coś na podobieństwo drgającego obwodu LC, kiedy to energia kinetyczna ruchu wirowego (energia magnetyczna) periodycznie przechodzi w energię potencjalną (energię elektrostatyczną). Wszystko, więc wskazuje na to, że foton to coś na kształt dynamicznej pozytronowo-elektronowej pary przemieszczającej się w eterze ze ***średnią*** prędkością c. Mgliste zarysy takiej pary, mogącej stanowić pierwowzór fotonu, przedstawia poniższy rysunek.



Rys.10. Foto migawki z przemieszczającego się w przestrzeni obiektu posiadającego cechy fotonu. Z uwagi na oscylacyjną naturę fotonu można przypuszczać, że tak odległość pomiędzy centrami wirów jak i prędkość ich przemieszczania się w przestrzeni podlegają jakimś periodycznym zmianom. Tą możliwość należy mieć na uwadze w dalszych dociekaniach nad strukturą fotonu. Co więcej wnikając głębiej w problem należałoby wziąć pod uwagę prostopadle zorientowaną do wektora prędkości siłę, jaka działa na wirujący obiekt poruszający się w ośrodku ciągłym – tak zwaną siłę Magnusa.

Aby takie dwa sprzężone obwody LC były w równowadze średnia wartość siły elektrostatycznego przyciągania musi być równa średniej wartości siły magnetycznego odpychania. Korzystając z formuły opisującej oddziaływanie dwu ładunków punktowych i dwu dipoli magnetycznych otrzymujemy $d_{\text{fot}}=\sqrt{3}\, r_{\text{fot}}$. Fakt, że odległość równowagowa d_{fot} jest tego samego rzędu, co promień żyroskopowy fotonu r_{fot}, wskazuje na to, że znajdujemy się na pograniczu stosowalności naszych przybliżonych rozważań. Tym niemniej spróbujmy coś powiedzieć o osiowym wymiarze fotonu. Mając na uwadze światło-podobne własności „solena" można sądzić, że foton ma postać „ołówka". Innymi słowy możemy oczekiwać, że jego rozmiary wzdłuż osi magnetycznej wielokrotnie przekraczają jego rozmiary poprzeczne.



Migawkowe zdjęcie wyładowania elektrycznego przypominającego błyskawicę, uzyskane za pomocą wiązki fotonów.
Instytut Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy im. Sylwestra Kaliskiego w Warszawie.
(Urządzenie tam pracujące zbudowali inżynierowie kierowanego przeze mnie wiele lat Zakładu w Instytucie Badań Jądrowych w Świerku).

Próbując powiedzieć coś konkretnego o domniemanych rozmiarach osiowych fotonu, możemy wyjść z formuły określającej energię zmagazynowaną w polu magnetycznym długiej cewki z prądem i porównać ją z energią fotonu. Zakładając, że cewka jest nawinięta przewodnikiem o średnicy wyraźnie mniejszej niż skok uzwojenia i wykonana, tak zmyślnie, iż wypadkowa siła magnetyczna działająca na uzwojenie jest równa zeru, w wyniku dosyć prostych rachunków otrzymujemy:

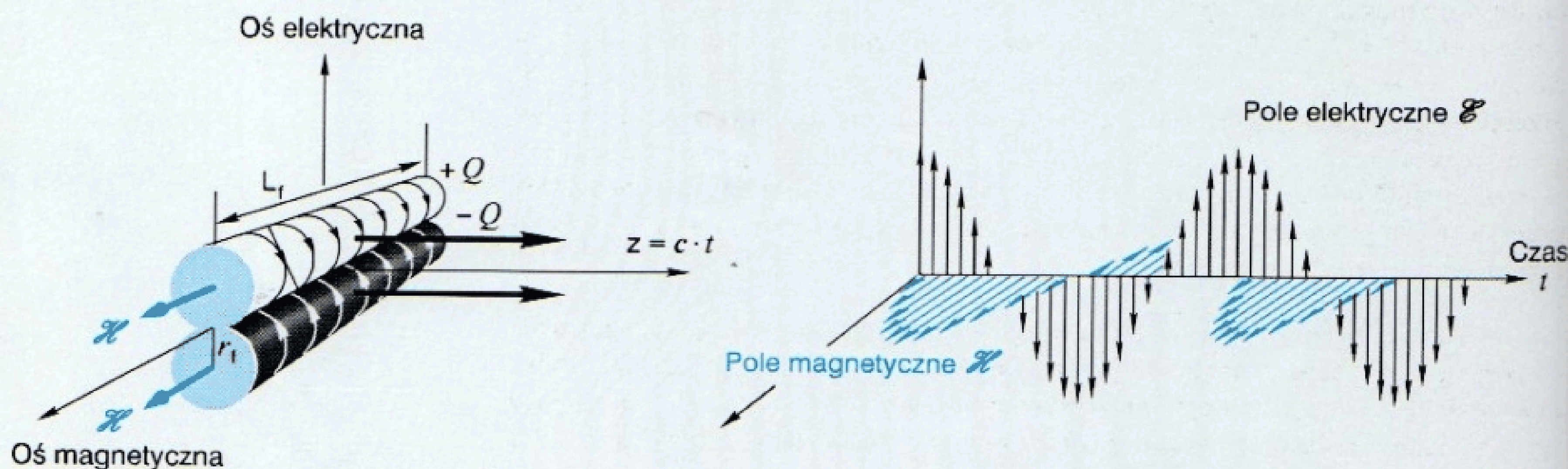
$$L_{\text{fot}} = 2\pi \frac{r_{\text{fot}}}{\alpha}.$$

Jak widać z powyższego, foton to obiekt zajmujący znaczny obszar przestrzeni i w rozważaniach o atomie w żadnym przypadku nie może być traktowany jako matematyczny punkt. A więc mówiąc o fotonie musimy pamiętać, że jest to element liniowy, który ma swój ***obszar zewnętrzny, gdzie dominuje dipolowe pole elektryczne***

$$\mathscr{E}_{\text{fot}} = 2e\lambda \,\text{grad}\left(\frac{\boldsymbol{y}\cdot\boldsymbol{r}}{r^3}\right)\sin\omega t \ ,$$

oraz swój ***obszar wewnętrzny, gdzie zlokalizowane jest jego osiowe pole magnetyczne.***

$$\mathscr{H}_{\text{fot}} = \mathscr{H}^0_{\text{fot}} \cos \omega t \ .$$



Rys.11. Przestrzenny elektromagnetyczny twór mający pewne cechu fotonu. Trudno jest powiedzieć na ile twór ten ma coś wspólnego z rzeczywistością. Faktem jest, że z jego pomocą jesteśmy w stanie symulować tak zjawisko częściowego odbijania od powierzchni i polaryzacji światła, jak i zjawisk dyfrakcyjno interferencyjnych.

Kończąc te luźne dywagacje na temat budowy fotonu, o których trudno w tej chwili powiedzieć na ile mogą one odzwierciedlać rzeczywistość, chciałbym zwrócić uwagę na nie podlegający dyskusji wniosek płynący z przedstawionych powyżej rozważań – w ramach klasycznej elektrodynamiki tkwią daleko nie wykorzystane możliwości odtworzenia obserwowanych własności światła. Przedstawiony tu zarys rozumowania to jeszcze nie rozwiązanie problemu, to zaledwie wskazanie kierunku, w jakim winniśmy podążać. Należy przy tym pamiętać, że paradygmat stałej prędkości nie może dotyczyć zaburzeń przemieszczających się w eterze – wszak pomiary prędkości światła dotyczą całego fotonu a nie jego części.

Co więcej, poprzez analogię do formuły określającej szybkość rozchodzenia się dźwięku w ciałach stałych, ***dwie podstawowe stałe przyrody e i h,*** określające poprzez stałą struktury subtelnej szybkość światła $c = \alpha\, e^2/\hbar = 3\cdot10^{10}$ cm/sek, ***możemy potraktować jako wielkości reprezentujące własności kosmicznego eteru.***

§5. CO Z TEORIĄ WZGLĘDNOŚCI ?

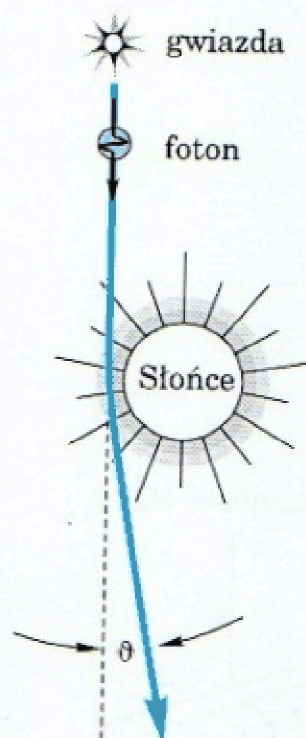
Początki XX-ego wieku zaowocowały powstaniem dwu „rewolucyjnych" teorii: mechaniki kwantowej i teorii względności. Obie powstały w ramach zerwania z rygorami fizyki dziewiętnastego wieku i stanowią dziś fundament wszelkich rozważań, tak w zakresie mikrokosmosu, jak i makrokosmosu. Aczkolwiek te teorie się wzajemnie wykluczają, a więc przynajmniej jedna z nich musi być błędna, to obie cieszą się jednakowym powodzeniem, tak jak gdyby obie były prawdziwe. Nasz stosunek do mechaniki kwantowej czytelnik zdążył już poznać. Jak pokazaliśmy, zbudowana na gruncie błędnej interpretacji światła, teoria ta nie ma nic wspólnego z rzeczywistością. Teorią względności do tej pory się nie zajmowaliśmy, jako że atom i cząsteczka to domena szybkości daleko mniejszych od szybkości światła. Wytyczając jednak strategię dalszego postępowania, musimy chociażby pobieżnie, spojrzeć na teorię kształtującą światopogląd społeczności fizyków i nie tylko fizyków.

Teoria względności a światło. Teoria względności, tak jak i mechanika kwantowa, powstała na gruncie pewnych faktów eksperymentalnych, których nie dawało się wyjaśnić w ramach XIX-sto wiecznych pojęć fizyki klasycznej. W obu przypadkach były to eksperymenty ze światłem: w przypadku mechaniki kwantowej doświadczenie Younga z dyfrakcją światła i elektronów na dwu blisko położonych szczelinach,a w przypadku teorii względności doświadczenie Michelsona-Morley'a. Fakt, że obraz interferencyjny nie zmienia się przy zmianie orientacji ramion interferometru względem wektora prędkości przemieszczającej się w przestrzeni kosmicznej Ziemi uznano jako dowód, że kosmiczny eter nie istnieje. Dla Einsteina fakt ten stanowił punkt wyjścia dla sformułowania postulatu będącego zaprzeczeniem klasycznej zasady dodawania prędkości. Na pierwszy plan wysunęły się abstrakcyjne rozważania o skracaniu i wydłużaniu się przestrzeni i czasu.

Ale nie wchodząc w dyskusje o synchronizacji abstrakcyjnych zegarów odmierzających czas i abstrakcyjnych liniałów do pomiaru odległości, które zawsze budziły duże emocje, tu wyrywkowo zwrócimy uwagę na te aspekty sprawy, które jakoś się wiążą z tym, o czym mówiliśmy powyżej. I tak, zastanawiając się nad interpretacją doświadczenia Michelsona-Morley'a, na myśl przychodzi doświadczenie Younga, kiedy to nie wnikając w mechanizm oddziaływania światła ze szczeliną dano zjawisku całkowicie błędną interpretację, co w efekcie zaowocowało powstaniem całkowicie oderwanej od rzeczywistości mechaniki kwantowej. W przypadku doświadczenia Michelsona-Morle'a mamy sytuację podobną. Nie zweryfikowaną w żaden inny sposób interpretację uznano za nie kwestionowany dogmat. Jak można było wyciągać tak daleko idące wnioski odnośnie światła i eteru, nie znając mechanizmu oddziaływania światła z powierzchnią i w ogóle nie wiedząc, czym jest tak naprawdę światło ? Teraz, kiedy rozszyfrowaliśmy mechanizm oddziaływania fotonów ze szczeliną i mechanizm powstawania obrazów interferencyjnych, interpretacja doświadczenia Michelsona-Morley'a w duchu teorii falowej w ogóle nie ma racji bytu.

Formułując zastrzeżenia w stosunku do podstaw filozoficznych teorii względności nie sposób nie odnieść się do pewnych obserwacji, które miały potwierdzać jej poprawność a jej nie potwierdzają. Obliczenie 10% poprawki do ruchu precesyjnego orbity Merkurego jest jednym z głównych argumentów mającym świadczyć na rzecz teorii względności. Fakt, że dotąd w ramach newtonowskiej dynamiki nie udało się zidentyfikować źródła zaobserwowanej różnicy, nie może być jednak dowodem na poprawność teorii względności.

Dla podkreślenia słabości argumentu o precesji orbity Merkurego na rzecz teorii względności, przedstawię możliwość wyjaśnienia występującej różnicy w ramach newtonowskiej dynamiki. Możliwość do tej pory nie braną pod uwagę, a jaka mi nasunęła się przy zgoła nie relatywistycznych rozważaniach dotyczących atomu. Ale zanim powiem o tym, co może mieć efekt Starka do precesji Merkurego, kilka słów o odchylaniu się fotonów w polu grawitacyjnym słońca.



Foton w grawitacyjnym polu słońca. Fakt uginania się promieni światła wysłanego przez gwiazdy w polu grawitacyjnym słońca jest wykorzystywany na dwa sposoby. Z jednej strony, ma on świadczyć o nieprzydatności mechaniki Newtona do opisu oddziaływania światła z materią, a z drugiej strony ma potwierdzać całą filozofię teorii względności. Mając na uwadze bezzasadność wniosków płynących z doświadczenia Michelsona-Morley'a spójrzmy na zjawisko uginania się światła w polu grawitacyjnym Słońca jeszcze raz. Biorąc za punkt wyjścia eksperymentalny fakt, zweryfikowany dla takich obiektów jak elektron, równoważności pomiędzy energią a masą inercyjną i zakładając, że ładunek grawitacyjny fotonu, tak jak i w przypadku innych materialnych obiektów jest proporcjonalny do masy inercyjnej m_{fot}, a współczynnikiem jest stała grawitacyjna G, możemy na podstawie równania ruchu Newtona obliczyć zmianę kierunku świetlnego promienia ϑ. Kąt ten jest dany formułą:

$$\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}\vartheta = \frac{G m_\odot}{R_\odot c^2},$$

gdzie $m_\odot$ jest masą, a $R_\odot$ jest promieniem słońca. Biorąc pod uwagę, że

$$m_\odot = 1.99 \cdot 10^{33}\ \text{g} \qquad \text{oraz} \qquad R_\odot = 6.96 \cdot 10^{10}\ \text{cm}$$

otrzymujemy:

$$\vartheta = 2.1 \cdot 10^{-6},$$

podczas gdy pomiary dają wartości bliskie $8 \cdot 10^{-6}$ (w pomiarach z 1952 roku otrzymano $8.2 \pm 0.5 \cdot 10^{-6}$). Uzyskaliśmy wynik zarazem i zły i dobry. Zły, no bo jednak różnica jest czterokrotna. I dobry, no bo na skali rzędów wielkości zbieżność jest godna podziwu. Wszak znikąd to nie wynika, że stosunek pomiędzy masą inercyjną a ładunkiem grawitacyjnym (masą grawitacyjną) dla fotonu musi być taki sam, jak dla elektronu czy protonu – wszak pomiędzy nimi istnieje jakościowa różnica. Ale rzecz ciekawa, różnica wartości tego stosunku to nie rzędy wielkości, ani jakaś „nieładna" cyfra, na przykład 5.71, wygląda na to, że jest to cztery. Dwa do potęgi drugiej. Samo piękno ! A jak powiedział poeta „piękno jest prawdą, a prawda jest pięknem". A dlaczego niby to, stosunek masy inercyjnej do masy grawitacyjnej (do ładunku grawitacyjnego) dla elektronu i fotonu mają być identyczne ? A dlaczego ten stosunek nie miał by być dla fotonu cztery razy mniejszy ? To, że stosunek żyromagnetyczny dla elektronu krążącego wokół jądra okazał się być, ku naszemu zdumieniu, dwukrotnie większy niż dla elektronu swobodnego już zdążyliśmy się przyzwyczaić. Przyjmijmy, więc do wiadomości zaistniałą rozbieżność i mielmy nadzieję, że uda się ją w przyszłości rozwikłać w ramach klasycznej dynamiki.

Efekt Starka a precesja Merkurego. Z daleko idącego podobieństwa pomiędzy ruchem elektronu w polu atomowego jądra a ruchem planet w grawitacyjnym polu słońca fizycy korzystali już niejednokrotnie. Równania ruchu opisujące ruch elektronu wzbudzonego, w atomie umieszczonym w polu elektrycznym, są identyczne jak równania ruchu dla planet naszego układu słonecznego znajdującego się pod wpływem zewnętrznego pola grawitacyjnego pochodzącego z naszej galaktyki, czy też z poza jej obszaru.

Rezultat działania takiego pola to powolne zmiany mimośrodu eliptycznej orbity, jej orientacji i precesja. Gauss pokazał nam jak takie zmiany obliczać. Zespół równań wyprowadzonych według recepty podanej przez Gaussa ma postać:

$$\frac{da_{\text{э}}}{dt} = 0 \,,$$

$$\frac{d\text{э}}{dt} = -\frac{2\pi}{T}\left(\mathrm{E}_{gr}\, a_{\text{э}} \tfrac{3}{2}\text{э}\right)\frac{\sqrt{1-\text{э}^2}}{2\,\text{э}} \sin\mathrm{I} \cos\Gamma \,,$$

$$\frac{d\mathrm{I}}{dt} = \frac{2\pi}{T}\left(\mathrm{E}_{gr}\, a_{\text{э}} \tfrac{3}{2}\text{э}\right)\frac{1}{2\sqrt{1-\text{э}^2}} \cos\mathrm{I} \cos\Gamma \,,$$

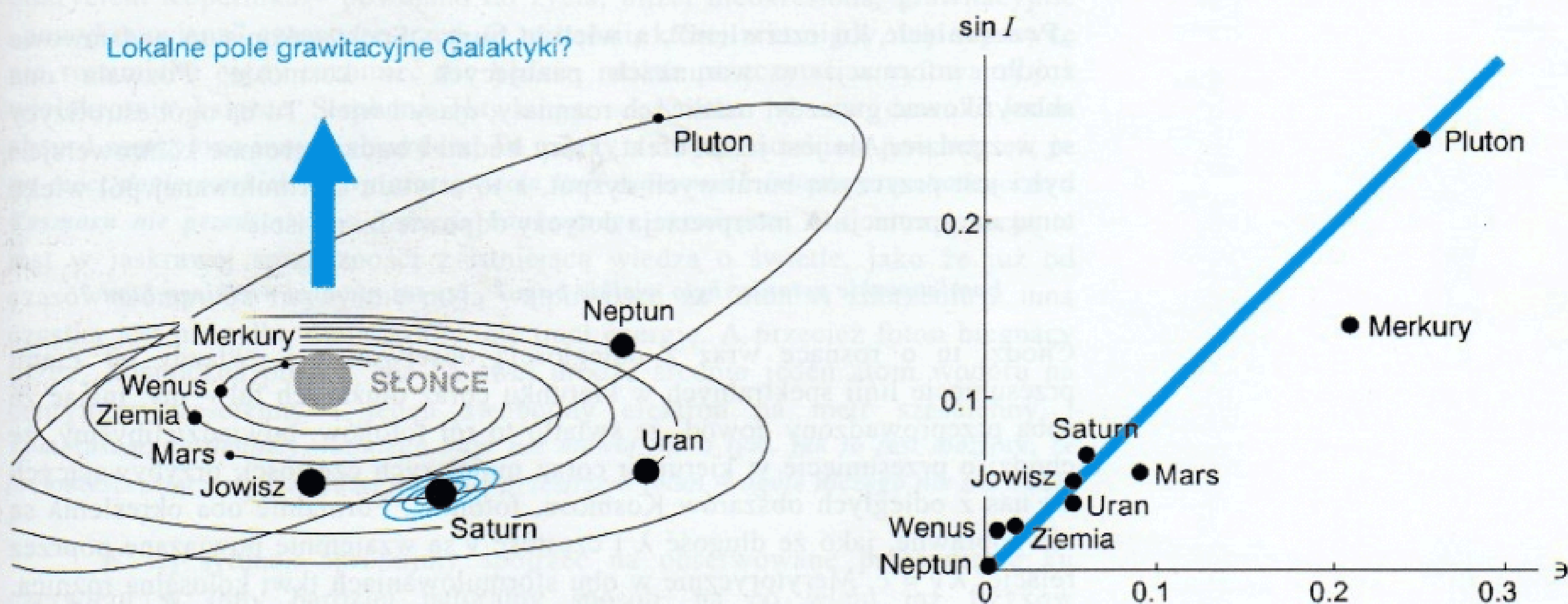
$$\frac{d\Omega}{dt} = \frac{2\pi}{T}\left(\mathrm{E}_{gr}\, a_{\text{э}} \tfrac{3}{2}\text{э}\right)\frac{1}{2\sqrt{1-\text{э}^2}} \cos\mathrm{I} \sin\Gamma \,,$$

$$\frac{d\Gamma}{dt} = \frac{2\pi}{T}\left(\mathrm{E}_{gr}\, a_{\text{э}} \tfrac{3}{2}\text{э}\right)\left(\sin^2\mathrm{I} - \text{э}^2\right) \,,$$

gdzie kąty I oraz Γ określają orientację eliptycznej orbity danej planety względem kierunku zewnętrznego pola grawitacyjnego E_{gr}, przy czym э to mimośród tej orbity, $a_{\text{э}}$ to długość jej dużej pół osi, a T to czas obiegu planety wokół Słońca. Jak więc z powyższego wynika w całym układzie planetarnym, pod wpływem zewnętrznego pola grawitacyjnego będą zachodzić powolne zmiany. Raz te zmiany będą wolniejsze, a raz szybsze. W szczególnej sytuacji, kiedy

$$\sin\mathrm{I} = \text{э} \quad \text{i} \quad \Gamma = \tfrac{1}{2}\pi \,,$$

ewolucja orbity jakby zamiera. Można oczekiwać, że nasz układ planetarny miał dostatecznie dużo czasu, aby osiągnąć taki quasi-stacjonarny stan. Istotnie, ***mimośrody orbit i kąty pomiędzy płaszczyznami orbit poszczególnych planet całkiem nieźle wpisują się w teoretyczną relację sin I = э,*** co widać poniżej.



Rys.12. Wykres na prawo pokazuje zależność pomiędzy kątem nachylenia płaszczyzny orbity danej planety względem określonego kierunku w przestrzeni a jej mimośrodem. Fakt, że wyniki tych pomiarów są w zgodzie z teoretyczną zależnością wyprowadzoną z klasycznych równań ruchu ma dwojaki znaczenie. Raz świadczy o tym, że orientacja naszego układu planetarnego w przestrzeni kosmicznej jest określona poprzez kierunek zewnętrznego pola grawitacyjnego i dwa, pozwala sądzić, że to właśnie to pole jest niezidentyfikowanym dotąd źródłem precesji Merkurego.

Przedstawiony na rysunku 12 wykres upoważnia nas do sformułowania wniosku, że nasz układ planetarny jest pod wpływem galaktycznego lub pozagalaktycznego pola grawitacyjnego. Jak wielkie jest to pole możemy obliczyć znając brakującą część poprawki do precesji Merkurego. Tak, więc może się okazać, że istotnie, stanowiąca argument na rzecz teorii względności poprawka ma całkiem inne pochodzenie niż to sugeruje teoria Einsteina.

§6. KILKA REFLEKSJI NA TEMAT KOSMOLOGII

Wszystkie nasze wyobrażenia o budowie Kosmosu bazują na założeniu, że prawa fizyki rządzące Kosmosem są prawami uniwersalnymi, to znaczy obowiązującymi tu na Ziemi, gdzie są one odkrywane i tam, skąd pochodzą docierające do nas fotony niosące informacje o zachodzących zjawiskach. Istota sprawy polega na ***rozsądnej ekstrapolacji*** tych praw, w obszar warunków nie spotykanych na Ziemi, a więc w taki zakres, gdzie poprawności tych praw weryfikować nie jesteśmy w stanie. Aby nie popaść całkowicie w niekontrolowaną fantazję musimy trzymać się zasady, że interpretacja astronomicznych obserwacji nie może być sprzeczna z prawami sformułowanymi w oparciu o doświadczenia przeprowadzone na Ziemi, w kontrolowanym kontakcie człowieka z aparaturą pomiarową. Tak sformułowana zasada poznawcza w odniesieniu do informacji przychodzących z kosmosu implikuje przyczynowo-skutkowe podejście do zjawisk astro-fizycznych i ścisłe trzymanie się deterministycznych rygorów.

Tymczasem, usankcjonowane paradygmatem Heisenberga odejście od rygorów klasycznej fizyki zaowocowało w obszarze kosmologii wybuchem nieokiełznanej fantazji – prym tu wiodą prace Hawkinga. Nie wdając się w bezprzedmiotową polemikę, co się działo z materią w 10^{-34} sekundy po wielkim bum, jako że materiału eksperymentalnego z tego momentu mamy raczej niewiele, spójrzmy na interpretację dwu dobrze udokumentowanych faktów eksperymentalnych z zakresu astrofizyki mających bezpośrednie odniesienie do zjawisk dobrze rozpoznanych w warunkach ziemskich.

„Przesunięcie ku czerwieni", a wielkie bum. Spektroskopia to podstawowe źródło informacji o warunkach panujących w kosmosie. Pozwala ona sklasyfikować gwiazdy, ustalić ich rozmiary, masy i wiek. Tu na ogół astrofizycy są w zgodzie. Ale jest jeden efekt, który budził i budzi ogromne kontrowersje i był i jest przyczyną burzliwych dysput, a to z tytułu sformułowanej pół wieku temu interpretacji. A interpretacja dotyczy odpowiedzi na iście

hamletowskie pytanie: było wielkie bum ? , czy też nie było wielkiego bum ?

Chodzi tu o rosnące wraz z odległością obserwowanej gwiazdy od Ziemi przesunięcie linii spektralnych w kierunku coraz dłuższych fal – my, mając za sobą przeprowadzony dowód, że światło to rój fotonów, powiedzielibyśmy, że chodzi o przesunięcie w kierunku coraz mniejszych częstości, przybywających do nas z odległych obszarów Kosmosu, fotonów. Formalnie oba określenia są równoprawne, jako że długość λ i częstość ν są wzajemnie powiązane poprzez relację: $\lambda\nu = c$. Merytorycznie w obu sformułowaniach tkwi kolosalna różnica. Fraza, w przesunięcie kierunku coraz dłuższych fal sugeruje, że przyczyną „poczerwienienia" widma gwiazd jest zjawisko Doplera, natomiast fraza zmniejszanie się częstości sugeruje, że przyczyną „poczerwienienia" są straty energii przybywających do nas fotonów. Pierwsza interpretacja to interpretacja w duchu wielkiego bum. Druga interpretacja to interpretacja w duchu stanu stacjonarnego.

Jak jest więc naprawdę ? Tak, naprawdę, to mamy jedynie wydedukowaną na podstawie spektroskopowych obserwacji eksperymentalną zależność

$$\Delta\lambda = \lambda_0 K r,$$

← **EKSPERYMENTALNY FAKT wyrażony poprzez długość fali**

gdzie $\Delta\lambda$ to obserwowana zmiana długości charakterystycznej dla danego pierwiastka linii widmowej λ_0, r to odległość od Ziemi do gwiazdy, z której pochodzi promieniowanie, a K to stały eksperymentalnie określony współczynnik liczbowy. Korzystając ze związku $\lambda \nu = c$ zaobserwowane przesunięcie ku czerwieni, ku dłuższym falom, można przedstawić w formie alternatywnej, jako przesunięcie w kierunku mniejszych częstości, a więc w kierunku mniejszych energii:

$$\Delta E_{fot} = -\Delta E^0_{fot} K r \;.$$

← **EKSPERYMENTALNY FAKT wyrażony poprzez energię fotonu**

U podstaw teorii wielkiego wybuchu stoi domniemanie, że zaobserwowane przez Hubble'a przesunięcie linii widmowych ku czerwieni jest wynikiem zjawiska Doplera, kiedy to szybkość źródła promieniowania v, względem nieruchomego obserwatora i obserwowana zmiana długości fali, $\Delta\lambda$, powiązane są zależnością:

$$\frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} \cdot$$

W oparciu o to założenie sformułowano wniosek, że mamy do czynienia z ekspansją wszechświata – przy czym im gwiazda (galaktyka) jest dalej położona od Ziemi tym szybciej się od niej oddala, a prędkość tego oddalania wyraża się formułą:

$$v = H r \qquad \text{gdzie} \qquad H = K c$$

← **INTERPRETACJA POPRZEZ ZJAWISKO DOPLERA**

Stały współczynnik liczbowy H, noszący nazwę stałej Hubble'a ma wartość rzędu $2 \cdot 10^{-18}$ sek^{-1}. Tak, więc, w świetle tej interpretacji, Ziemia znowu stała się pępkiem wszechświata ! Aby pozbyć się tego ewidentnego nonsensu – czasy, kiedy Ziemi przypisywano centralną rolę odeszły w niepamięć wraz z odkryciem Kopernika – powołano do życia, bliżej nieokreśloną, grawitacyjnie „powykrzywianą" czasoprzestrzeń. O tej teorii, której nikt nigdy, tak naprawdę nie rozumiał i nigdy rozumieć nie będzie, można przeczytać w cytowanej już wielokrotnie książce Stephena Hawkinga – „Krótka historia czasu". Jeden absurd zastąpiono innym absurdem. Tu należy z całym naciskiem powiedzieć, że ***na rzecz doplerowskiej natury przesunięcia linii widmowych światła przychodzącego z Kosmosu nie przedstawiono żadnego konkretnego argumentu.*** Ba, interpretacja ta jest w jaskrawej sprzeczności z istniejącą wiedzą o świetle, jako że już od czasów Comptona fizycy nie mają wątpliwości, że foton w zderzeniu z inną cząstką jest nie tylko rozpraszany, ale traci energię. A przecież foton biegnący przez „kosmiczną pustkę" ma na swej drodze średnio jeden atom wodoru na centymetr sześcienny i jeden swobodny elektron na metr sześcienny ! ***Tymczasem, zwolennicy wielkiego bum nie mówią nic o tym, jak to jest możliwe, że przemieszczający się w międzygwiezdnej przestrzeni foton w ogóle niczego nie zauważa.***

W tej sytuacji spróbujmy spojrzeć na obserwowane przesunięcie ku czerwieni w inny bardziej naturalny sposób, na co wielu już fizyków wielokrotnie zwracało uwagę, dopatrując się przyczyn tego przesunięcia w stratach energii pochodzących od zderzeń fotonów z resztkowym pyłem kosmicznej przestrzeni.

Tak, więc wychodząc z założenia, że zaobserwowane przez Huble'a przesunięcie ma swoje źródła w zderzeniowej dyssypacji energii zmierzających ku nam fotonów, możemy napisać następującą teoretyczną zależność:

$$\Delta E_{\text{fot}} = -\langle \Delta E \cdot S \rangle \, n r \,,$$

gdzie n jest gęstością cząstek w ośrodku, w którym porusza się foton, a $\langle \Delta E \cdot S \rangle$ to średnia wartość iloczynu traconej energii i przekroju czynnego na zderzenie z taką cząstką. Z porównania formuły teoretycznej z eksperymentalną wynika, że:

INTERPRETACJA POPRZEZ
→
ZDERZENIOWE STRATY ENERGII

$$H = \frac{c}{E^0_{\text{fot}}} \langle \Delta E \cdot S \rangle$$

Bazując na rezultatach naszych rozważań o fotonie przedstawionych w §4 spróbujmy oszacować wartość iloczynu $\langle \Delta E \cdot S \rangle$ określającego stałą Hubble'a. Nie wnikając w szczegóły sprawy, możemy przyjąć, że o stratach energii w zderzeniach decyduje pole elektryczne fotonu. Pole elektryczne fotonu to pole elektryczne dwu oscylujących ładunków liniowych przemieszczających się w przestrzeni z szybkością c. Ponieważ rozmiary fotonu znacznie przewyższają rozmiary atomu, który w całości jest przecież obiektem elektrycznie neutralnym, to można oczekiwać, że pierwszoplanową rolę w hamowaniu fotonów w przestrzeni kosmicznej będą odgrywać znajdujące się tam swobodne elektrony. Aby obliczyć interesującą nas wielkość należy przede wszystkim obliczyć przekaz pędu w pojedynczym zderzeniu fotonu z elektronem. Obracając się w obszarze grubych oszacowań, obliczmy przekaz pędu pomiędzy liniowym, oscylującym ładunkiem elektrycznym, reprezentującym połówkę fotonu, poruszającym się po linii prostej z prędkością c a spoczywającym elektronem. W pierwszym przybliżeniu rachunku zaburzeń wyraża się on poprzez całkę:

$$\Delta p \simeq e q_1 \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\sin(\omega t + \varphi)}{D^2 + c^2 t^2} dt \,,$$

gdzie $q_1 = e/L_{\text{fot}}$, to jednostkowy ładunek elektryczny fotonowej linii, a D to parametr zderzenia – odległość na jakiej przebiega foton od danego elektronu. Obliczając powyższą całkę i biorąc pod uwagę, że

$$\Delta E = \frac{(\Delta p)^2}{2m} \,,$$

będziemy mogli obliczyć interesującą nas wielkość $\langle \Delta E \cdot S \rangle$:

$$\langle \Delta E \cdot S \rangle = 2 L_{\text{fot}} \int_0^{\infty} \Delta E(D) dD \,.$$

W wyniku całkowania otrzymujemy:

$$\langle \Delta E \cdot S \rangle = \frac{e^4}{2mc^2} \tfrac{1}{8} \alpha \,.$$

Nic już teraz nie stoi na przeszkodzie, aby wyliczyć wartość stałej Hubble'a.

Biorąc pod uwagę, że w przestrzeni kosmicznej jest średnio jeden elektron na metr sześcienny otrzymujemy:

$$H \simeq 1 \cdot 10^{-18}\ \text{sek}^{-1}\ .$$

Rzecz zdumiewająca, ale tak grube oszacowania dają wartość niemal równą wartości eksperymentalnej !

Oczywiście, przeprowadzonych powyżej oszacowań stałej Hubble'a, nie można traktować zbyt dosłownie, jako że nie wiemy na ile nasze wyobrażenia o fotonie są poprawne. Tym niemniej pokazują one, że zderzeniowej dyssypacji energii przez fotony przemierzające gigantyczne odległości, ot tak sobie, zignorować nie można, tak jak to robią zwolennicy wielkiego bum, którzy w oparciu o zupełnie nie udokumentowane założenie o efekcie Dopllera zbudowali baśniowy Kosmos. Jak to jest, że poważne czasopisma naukowe roją się od „teorii" opisujących ewolucję materii wszechświata wywodzącą się z matematycznego punktu, a nie ma wiarygodnych rozważań o wpływie między galaktycznego wodoru z domieszką swobodnych elektronów na ruch fotonu, podstawowego nośnika informacji o zjawiskach w Kosmosie ?

Mikrofalowe tło a wielkie bum. Cierpiąc na brak przekonywujących argumentów na rzecz wielkiego bum, powołano się na stosunkowo niedawno odkryte tło mikrofalowego promieniowania. Trudno doprawdy pojąć, dlaczego obecność i jednorodność tego promieniowania ma świadczyć o tym, że kiedyś miało miejsce wielkie bum. Wprost przeciwnie, jeżeli kiedyś, był punkt, z którego zaczęła się ekspansja całej materii kosmosu, to intuicja podpowiadałaby istnienie znacznej niejednorodności, tak jak to ma miejsce przy eksplozji zwykłego granatu, czy przy kosmicznej eksplozji, jaką jest wybuch gwiazdy supernowej. Aby zalegalizować domniemany związek tego promieniowania z wielkim bum, to odpowiadające temperaturze 2.7° stopni Kelwina mikrofalowe tło, nazwano promieniowaniem reliktowym – innymi słowem pozostałością po wybuchu.

Ale spróbujmy spojrzeć na to promieniowanie z perspektywy omawianych powyżej zderzeniowych strat energii promieniowania wysyłanego przez gwiazdy. Gdyby fotony przebiegały kosmiczną przestrzeń bez żadnych strat energii, to przy nieskończonym kosmosie niebo oglądane z Ziemi powinno być jaskrawo białe, tak jak jaskrawe są gwiazdy. Fakt, że niebo jest czarne to też jeden z argumentów mających świadczyć na korzyść wielkiego bum – niebo jest czarne bo ekspandujący wszechświat ma skończone rozmiary, argumentują katastrofiści. Ale ***niebo jest czarne, bo fotony tracą energię w zderzeniach z międzygalaktycznym wodorem i te straty wyznaczają horyzont kosmosu dostępny ludzkiemu poznaniu.*** Mikrofalowe tło, to efekt transferu energii promienistej gwiazd pochłanianej przez elektrony i międzygalaktyczny wodór i uwalnianej w postaci długofalowego promieniowania. Jednorodność tego tła świadczy o wysokiej jednorodności, w skali określonej stałą Hubble'a, materii kosmosu. Jaki jest dokładny mechanizm transferu energii wypromieniowywanej przez gwiazdy w energię promieniowania mikrofalowego i co się z nią dzieje dalej to ciekawe zadanie dla fizyków. ***Mam nadzieję, że fizycy odrzucą kwantowe paradygmaty i niedługo dowiemy się jak naprawdę ten proces przebiega.***

KRÓTKA HISTORIA WSZECHŚWIATA
(według książki Stephena Hawkinga, *komentarz mój*)

Czas	Co się działo	Temperatura
$t = 0$!	**WIELKIE BUM** *(przed biblijne stworzenie Świata)*	~
10^{-43}sek	Epoka wielkiej unifikacji *(tak naprawdę, to nie wiadomo o co chodzi)*	10^{32}K
10^{-34}sek	Epoka dominacji kwarków i antykwarków *(w dalszym ciągu nie wiadomo o co chodzi)*	10^{27}K
10^{-10}sek	Powstanie barionów neutronów i mezonów – uwięzienie kwarków i anihilacja antykwarków *(fantazja nawiązuje do konkretnych pojęć)*	10^{15}K
1sek	Protony i neutrony łączą się ze sobą, tworząc jądra wodoru, helu litu i deuteru. *(fantazja w ramach konkretnych pojęć)*	10^{10}K
3 min	Materia i promienie *(fantazja zawodzi – znowu nie wiadomo, o co chodzi)*	10^{9}K
300 000 lat	Materia i promienie ewoluują wspólnie, elektrony łączą się z jądrami; wszechświat staje się przeźroczysty dla promieniowania, zanikają oddziaływania między promieniowaniem i materią *(wreszcie wiemy, dlaczego fotony podążając ku nam z granic ekspandującego Kosmosu, nie tracą energii!)*	3000K
1 miliard lat	Powstają kwazary, gwiazdy i protogalaktyki; w gwiazdach spalających pierwotny wodór i hel powstają cięższe pierwiastki *(wreszcie zaczynamy się obracać w ramach normalnego kosmosu)*	18K
15 miliardów lat	Wokół gwiazd powstają układy planetarne: atomy łączą się tworząc molekuły i materię ożywioną *(wreszcie przyszedł czas na biblijny początek Świata!)*	3K

ACH ! CÓŻ ZA PIĘKNY NAUKAWY SCIENCE FICTION



By jednakże nie przeceniać optymistycznie obrazu i nie podważać pochopnie sensu takich konferencji w ogóle — dodać w tym miejscu wypada, że mimo wszystko były w Belgradzie, na VIII ICPEAC momenty, kiedy zza naukowej trybuny wiało prawdziwą „dawną, dobrą" fizyką. Dodaje to z tym większą satysfakcją, że — zdaniem niektórych uczestników — autorami najciekawszych wystąpień — byli Polacy.

Była ich tam siódemka, a więc zespół mały. Amerykanów np. było 120. Grupa polska — to fizycy z różnych placówek naukowych, złączeni wspólnym, choć niemal prywatnie uprawianym naukowym zainteresowaniem dla spraw struktury atomu. Od kilku już lat zespół ten konsekwentnie rozwija dość rewolucyjne w swej wymowie koncepcje, zainicjowane przez **doc. dra Michała Gryzińskiego** z Instytutu Badań Jądrowych w Świerku. Sprowadzają się one do nowej propozycji budowy atomu, propozycji, która odrzuca wszystkie dotychczas przedstawione i uznane. Tak więc Gryziński kwestionuje dawne koncepcje Nielsa Bohra, w myśl których elektrony w atomie poruszają się po orbitach kołowych. Ale nie tylko. Odrzuca także koncepcję modelu atomu powszechnie dziś obowiązującą, a zaproponowaną przez mechanikę kwantową — w myśl której odstępuje się w ogóle od idei opisu struktury atomu przy pomocy takich pojęć deterministycznych, jak orbita czy prędkość elektronu, zastępując je opisem indeterministycznym, pozwalającym określić tylko prawdopodobieństwo znalezienia elektronu w takim czy innym miejscu atomu. Warto zwrócić uwagę, że koncepcje dra Gryzińskiego i jego współpracowników nawracają do historycznego, deterministycznego nurtu w fizyce, który zresztą zachował wielu zwolenników, nawet w czasach triumfu mechaniki kwantowej. (Fizykiem, który nigdy w pełni nie zaakceptował koncepcji indeterministycznych, był Einstein).

EPRI Bulletin
October 26, 1990

Gryzinski presents three physics seminars

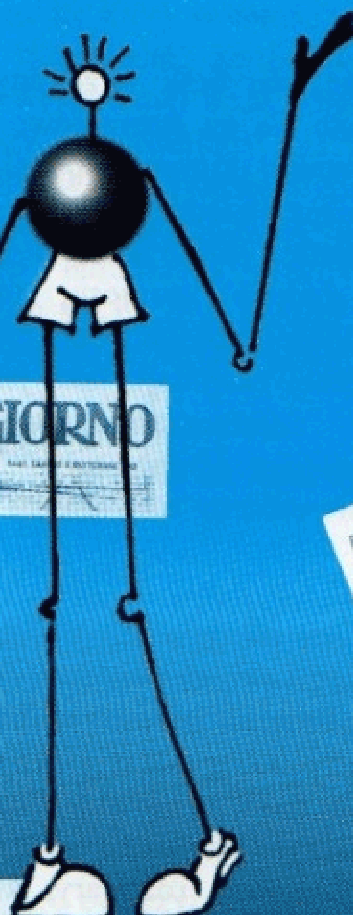


Professor Michal Gryzinski, physicist from the Institute for Nuclear Studies in Poland, will present three seminars at EPRI this month. All three are sponsored by ER and will be held in room 6-217. Topics and times are:

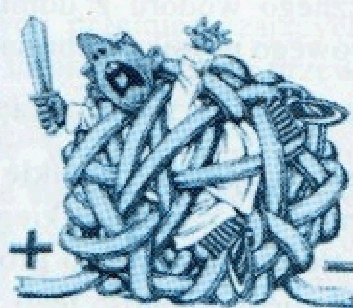
1. "Perspectives on Controlled Fusion and Molecular Mechanism of Coulomb Barrier Tunneling." Friday, October 26, 1:00 p.m.
2. "Cold Fusion and Hydrogen in a Palladium Lattice." Monday, October 29, 10:00 a.m.
3. "Is Theoretical Physics Pursuing a Correct Course?" Tuesday, October 30, 11:00 a.m.

...Rabinowitz, coordinator for the seminars, "Professor ...i has succeeded in giving classical insight to the solution of ...problems that were thought to have only quantum mechani... ...utions. In some ...e experimental r...

Piedestał ...
... czy szafot ?



Meandry fizyki
Arkadiusz Góral



Autorem klasycznej interpretacji warunków istnienia stacjonarnych orbit keplerowskich elektronu w atomie jest polski fizyk Michał Gryziński, który wyznaczył na drodze fizycznej warunki kwantowania, proponując jednocześnie interpretację fizyczną funkcji ψ Schroedingera jako kąta precesji orbitującego elektronu. Nie mogę niestety odesłać zainteresowanych Czytelników do odnośnej literatury krajowej. Krajowe czasopisma fizyczne nie publikują bowiem naukowych „herezji", tj. prac zawierających odstępstwa od paradygmatów. Koncepcja M. Gryzińskiego została opublikowana w czasopiśmie „Physics Letters" w artykule pt.: *Stationary Kepler Orbits of the Electron with Velocity-Dependent Perturbation — Classical Quantization*.

LA GAZZETTA DEL MEZZOGIORNO
La Gazzetta di Puglia - Corriere delle Puglie

M. GRYZINSKY del « National Nuclear Research Center » di Varsavia - La fisica atomica ha anche legami molto stretti con la conoscenza dei principi col ... la struttura più ... che forma la materia, una fisica che ha esigenze relativamente modeste e ...utare altri campi della ... a capire molti problemi ...ra aperti e a darci ...menti per successive ... La nostra speranza è di arrivare a conoscere molti meccanismi ancora poco conosciuti: più in là perfino quelli che regolano la cellula vivente.

Tygodnik Solidarność
Rozmowy z Jadwigą Stanis... • Ryzyk-fizyk •
19 listop...
ISSN 0208-8045 • Cena 6000 zł
11
NAUKA
Przygody polskich naukowców
Ryzyk-fizyk

U PROGU XXI WIEKU
Zbigniew Płochocki
Wiara góry przenosi...

...ale czasem nawet dla świątyń nie jest zdrowa, szczególnie dla świątyni nauki. Kiedy polski fizyk Michał Gryziński przedstawił kilka lat temu na konferencji fizyków w Quebec swoje hipotezy na temat budowy atomu, sprzeczne z ogólnie przyjętymi w tej materii poglądami, z audytorium padło symptomatyczne pytanie: Jak to, Pan nie wierzy w mechanikę kwantową? Panie przewodniczący — zareplikował referent — sądziłem, że zostałem zaproszony na zjazd naukowy fizyków, a nie synod religijny fizyków. Istotnie, wiara jest człowiekowi, a więc także uczonemu niezbędna, ale staje się niebezpieczna z chwilą, gdy zaczyna zastępować logikę, gdy staje się sposobem pojmowania świata.

nie autorytetów naukowych. A z tym nieuchronnie, jako efekt wprawdzie uboczny, ale bardzo szkodliwy, urasta w siłę dogmat naukowy. Ileż to razy nie będąc sami w stanie rozstrzygnąć jakiegoś problemu, powołujemy się na autorytet nauki? Wiele mogą o tym powiedzieć niektórzy moi Czytelnicy, którzy sygnalizują mi swe kłopoty z opublikowaniem swych hipotez. Nikt z nimi nie chce dyskutować, odmowa publikacji ma zawsze to samo uzasadnienie: to jest sprzeczne z nauką. Nie chodzi przy tym o to, czy hipotezy takie są sensowne, czy nie; wystarczy, że są kontrowersyjne, a natychmiast wszyscy umywają ręce, zasłaniając się autorytetem nauki jak świętym parawanem. Aby być dobrze zrozumianym: ...

Naukowe tępienie szkodników

„Ściąć go!" — dysponowała królowa z „Alicji w Krainie Czarów". Sposób rozwiązywania problemów poprzez likwidację tych, którzy je wywołali albo upublicznili, trafił do literatury prosto z życia. Oto przykład współczesny, z dziedziny, która budzi respekt i pokorę maluczkich – z NAUKI.

Michał Gryziński, fizyk, docent w Instytucie Problemów Jądrowych w Świerku, opublikował w miesięczniku „Nauka i Przyszłość" (nr 5/...) artykuł dotyczący zimnej ... rowej. Przypomnę, że pi... laty amerykańscy profeso... chmann i Pons, wywołali ... niesieniem, że źródłem en... wej może być nie tylko cię... woda.

ale i zwykła woda z kranu. Jednak eksperymentu nie udało się powtórzyć i radosne podniecenie ustąpiło miejsca złośliwej nagonce, a potem zaległa cisza. Otóż Gryziński informuje... badania trwają nadal. Uc... nych ośrodkach za... rację energi... do tych... i ...

...ów ...rowej we ...ego inaczej niż ... Gryziński ilustruje tę ...jalistycznym wywodem.

Czy ma rację? Nie wiem, ale teza jest ekscytująca. Wszelki postęp w nauce zaczynał się wtedy, gdy ktoś kwes...

POLITYKA

Dziś, kto kontroluje środki masowego przekazu, kontroluje Świat!

6. AUTOBIOGRAFICZNE TŁO SPRAWY

(inkwizycja we współczesnej fizyce – i nie tylko w fizyce)

„Ściąć go !” – dysponowała królowa z „Alicji w Krainie Czarów”. Sposób rozwiązywania problemów poprzez likwidację tych, którzy je wywołali albo upublicznili, trafił do literatury prosto z życia. Oto przykład współczesny, z dziedziny, która budzi respekt i pokorę maluczkich – z NAUKI.

Michał Gryziński, fizyk, docent w Instytucie Problemów Jądrowych w Świerku, opublikował w miesięczniku „Nauka i Przyszłość” (nr 5/93) artykuł, dotyczący zimnej syntezy jądrowej.

. . . .

Czy ma rację ? Nie wiem, ale teza jest ekscytująca. Wszelki postęp w nauce zaczynał się wtedy, gdy ktoś kwestionował panujące poglądy i sprzeciwiał się przyjętym sposobom myślenia. Kiedyś negowanie istniejącego kanonu wiedzy i przeciwstawienie mu własnych pomysłów traktowano jak herezję. Co robiono z heretykami, wie każde dziecko, pobierając stosowne nauki. A dziś ?

Ściąć ich ! – zadysponowali członkowie Wydziału III Nauk Matematycznych, Fizycznych i Chemicznych Polskiej Akademii Nauk. No, może nie dosłownie, bo topór wyszedł z użycia. To staroświeckie urządzenie zastąpiono specjalną uchwałą Wydziału w sprawie Gryzińskiego i jego wydawców. Koledzy-uczeni uchwalili, że wyrażone przez docenta poglądy są „fałszywe i pseudonaukowe”, a wobec tego publikujące je czasopismo należy „natychmiast zlikwidować za szkodliwą dla nauki działalność”.

. . . .

ENA

Oto co można było przeczytać w artykule p.t.: „Naukowe tępienie szkodników”, który ukazał się 20.XI.1993 na łamach Polityki.

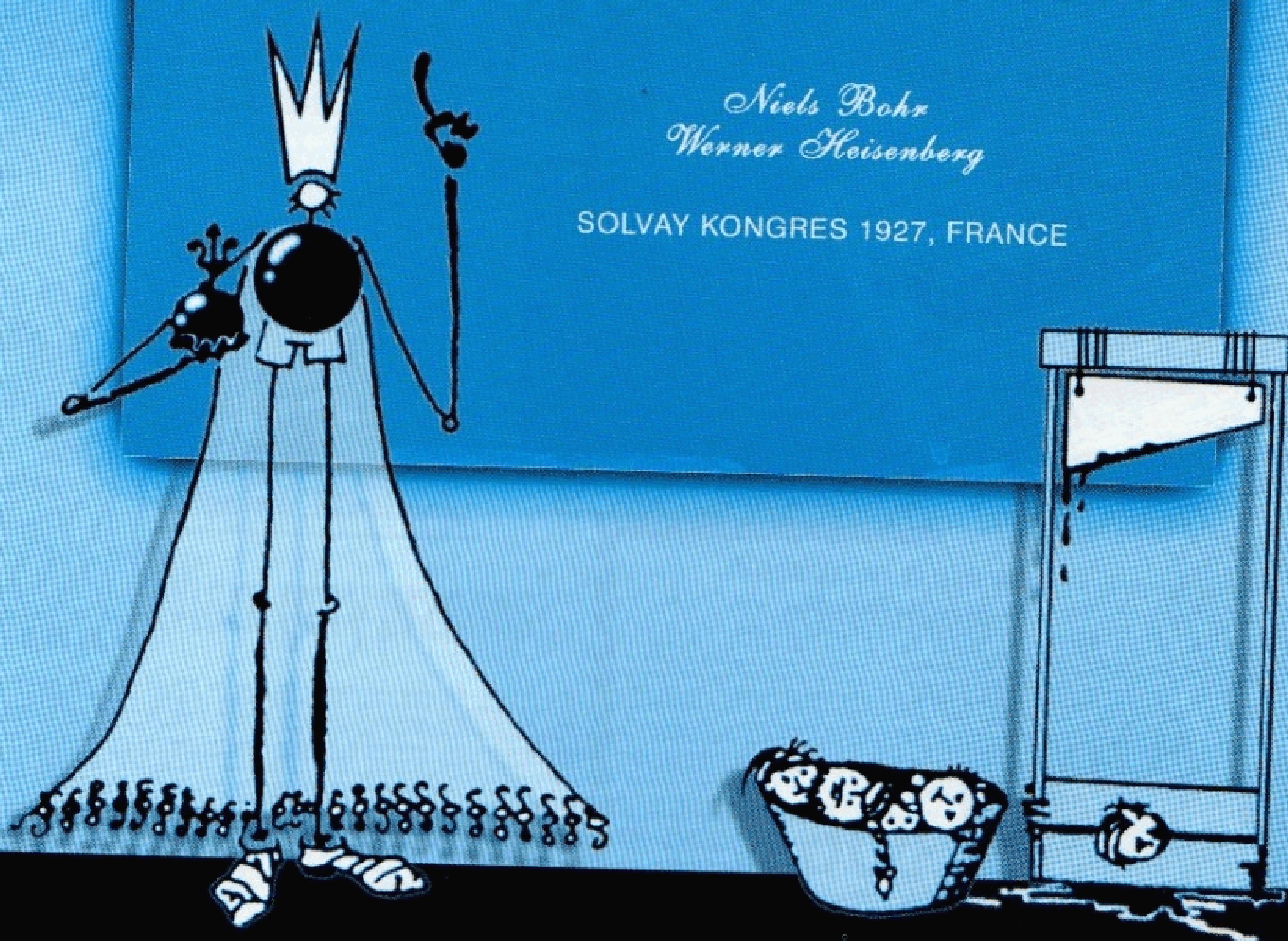
ψ

DEKRET
O USTANOWIENIU NOWEJ WŁADZY

§.1. Wszelkie myślenie w Cesarstwie podporządkowuje się równaniu Schrödingera $-i\hbar\,\partial\psi/\partial t=H\psi$.

§.2. Nierówność Heisenberga $\Delta p\cdot\Delta x\geqslant h$ wytycza obszar jurysdykcji władzy Kwantowego Cesarstwa ψ.

§.3. Wszystkich tych, którzy będą próbowali opisać atomowe zjawiska w sposób przyczynowy uznać należy za element szkodliwy i zlikwidować.



Im słabszy cesarz, tym surowsze w cesarstwie prawa.

§1. HISTORYCZNA UCHWAŁA: ŚCIĄĆ GO !

Nie raz to już w przeszłości, uchwały podejmowane przez utytułowane gremia, bądź to polityczne, bądź to naukowe, miały rozstrzygać naukowy spór. Tak było w XIX-ym wieku, kiedy to Paryska Akademia Nauk uchwaliła, że „kamienie" nie mogą spadać z nieba, a Kongres jednego ze Stanów Ameryki Północnej uchwalił, że liczba π ma mieć wartość $3\frac{1}{4}$. Podobnie się stało w maju 1993 roku, kiedy to ***Wydział Fizyki, Matematyki i Chemii Polskiej Akademii Nauk podjął uchwałę, że mechanika kwantowa mylić się nie może i prezentowanie rozważań niezgodnych z jej kanonami to świadectwo naukowego nihilizmu.*** A oto i wiekopomna uchwała w całej okazałości:

POLSKA AKADEMIA NAUK

Warszawa dn. 1.06.1993 r.

Panowie Wiceprezesi, Sekretarze Wydziałów
Do wiadomości i dyskusji

Prezes
Polskiej Akademii Nauk
Pan Leszek KUŹNICKI
czł. rzeczywisty PAN

Prezes Polskiej Akademii Nauk
(Leszek Kuźnicki)
3.06.93

Uprzejmie informuję, że na sesji plenarnej Wydziału III PAN w dniu 27 maja br., z inicjatywy czł. rzecz. PAN Andrzeja Wróblewskiego, odbyła się dyskusja na temat czasopisma "Nauka i Przyszłość" na tle artykułu doc. dr Michała Gryzińskiego pt. "Chemia a przemiany jądrowe" opublikowanego w numerze 5 tego czasopisma w maju br.

Większość dyskutantów, w słowach niezwykle ostrych, oceniła negatywnie to czasopismo.

W wyniku dyskusji podjęto poniższą uchwałę i zobowiązano Sekretarza Wydziału III PAN do przekazania jej na ręce Prezesa Polskiej Akademii Nauk

UCHWAŁA

Członkowie Wydziału III PAN na zebraniu plenarnym w dniu 27 maja 1993r. bardzo krytycznie ocenili poziom czasopisma "Nauka i Przyszłość" wydawanego przez Centrum Upowszechniania Nauki PAN. Zebrani uznali, że niektóre publikowane tam materiały, jak np. artykuł Michała Gryzińskiego pt. "Chemia a przemiany jądrowe" w nr 5 (maj 1993) - zawierające fałszywe informacje i pseudonaukowe poglądy, są kompromitujące dla naszej instytucji, która firmuje to czasopismo.

Uważamy, że czasopismo "Nauka i Przyszłość" należy natychmiast zlikwidować za szkodliwą dla nauki działalność. Doceniając rolę popularyzacji nauki uważamy, że Polska Akademia Nauk powinna rozpocząć wydawanie innego pisma, stojącego na wysokim poziomie.

Sekretarz Wydziału III PAN
Jerzy Kołodziejczak

BIURO PREZYDIALNE PAN
Wpłynęło dnia 1.06.93
L.dz. P-259

9-244/3.06.93

Zaoczny wyrok

Można by sądzić, że spotkał mnie nie mały zaszczyt – moje naukowe poczynania zwróciły uwagę najwyższego naukowego gremium w Polsce. Niestety, jak z treści przytoczonego listu widać, poczynania te nie spotkały się z uznaniem. Wprost przeciwnie, tak mocno wzburzyły członków szacownej instytucji, że postanowili podjąć w tej sprawie osobną uchwałę. Uchwała potępiała tak autora pseudo-naukowych teorii, jak i czasopismo błędne teorię rozpowszechniające. ***Uchwałę mającą charakter średniowiecznej anatemy podjęto zaocznie.*** Tak było bezpieczniej – a nuż, argumenty autora herezji trafią do przekonania mniej uświadomionych członków Wydziału i uniknie on kary ***mającej być przestrogą dla tych, którzy by chcieli pójść jego śladem.***

Wszystko, co w tej sytuacji mogłem zrobić, to skierować na ręce Prezesa PAN list wykazujący bezzasadność podjętej uchwały i jego kopię przesłać do czasopisma, które moje herezje wydrukowało. List w czasopiśmie, które wymknęło się z pod gilotyny, ukazał się. ***Od Prezesa Polskiej Akademii Nauk list z oznakami pewnej konsternacji z powodu podjętej uchwały otrzymałem. Ale w świat poszła wiadomość, jako że o uchwale pisała prasa codzienna i rozmaite periodyki, że Gryziński rozpowszechnia fałszywe informacje i prezentuje pseudo-naukowe poglądy kompromitujące polską fizykę.*** Wniosek – kontakty z Gryzińskim nie będą mile widziane przez członków naszego zgromadzenia, a należy pamiętać, że w wielu przypadkach nasi członkowie to decydenci państwowej kiesy.

Doc. dr Michał Gryziński
Instytut Problemów Jądrowych
05-400 Otwock-Świerk

Prof. Leszek Kuźnicki
Prezes Polskiej Akademii Nauk
Pałac Kultury i Nauki
Warszawa

Szanowny Panie Prezesie!

W związku z przesłanym do Prezydium Akademii wnioskiem Wydziału III PAN, mówiącym o zaniechaniu dalszego wydawania miesięcznika „NAUKA I PRZYSZŁOŚĆ", chciałbym odnieść się do tego fragmentu sprawy, który jest związany z moją osobą, a ściśle mówiąc z wydrukowanym w majowym numerze tego periodyku moim artykułem pt. „Chemia a przemiany jądrowe".

Otóż jednym z głównych argumentów, wysuwanym przez osoby domagające się zamknięcia czasopisma, był zarzut stawiany jego Redaktorowi, że pozwolił wydrukować wymieniony artykuł, przyczyniając się tym samym do szerzenia błędnych poglądów naukowych. Zarozumiałość i tupet, z jakim zaatakowano mój artykuł, wydaje się przekraczać wszelkie granice przyzwoitości. A przecież o tym, czy zachodzi zjawisko zimnej syntezy jądrowej, dyskutuje się nie tylko na łamach popularnych naukowych periodyków typu Pfysics Today, ale także drukuje się naukowe publikacje w takich czasopismach jak Nature czy Pfysics Letters. W świetle tych faktów, jak i w świetle tego, że regularnie odbywają się konferencje naukowe dotyczące wymienionego tematu, a na badania wydawane są miliony dolarów, postawienie Redakcji miesięcznika NAUKA I PRZYSZŁOŚĆ zarzutu, że wydrukowała mój artykuł, zakrawa na groteskę i w konsekwencji ośmiesza całą instytucję PAN.

Należy przy tym nadmienić, że stawiany mi zarzut niekompetencji trudno uznać za poważny, choćby dlatego, iż niedawno proszono mnie, abym o tych – i podobnych – sprawach mówił zarówno na konferencji w Brigham Young University, jak i w innych czołowych ośrodkach uniwersyteckich: na Harvardzie i w Southern California University czy też w wiodącym amerykańskim instytucie naukowo-badawczym Research Power Institute. Czy zaproszenie, jakie otrzymałem od profesora J. P. Vigier – dyrektora Instytutu Fizyki Teoretycznej im. A. Poincare w Paryżu, następcy de Broglie'a, a zarazem redaktora jednego z wiodących naukowych czasopism fizycznych, jakim są Pfysics Letters – do zaprezentowania na łamach jego czasopisma moich poglądów na temat zimnej syntezy jądrowej, jest dowodem niekompetencji? Jak wobec tego faktu wyglądają zarzuty stawiane obecnemu Redaktorowi NAUKI I PRZYSZŁOŚCI?

W świetle absurdalności argumentacji i wniosku przypominającego mroczne czasy minionej epoki, kiedy to zamykano wydawnictwo za nieprawomyślny artykuł, apeluję o odrzucenie wniosku o likwidację bardzo potrzebnego całemu środowisku naukowemu czasopisma. Jednocześnie, wobec faktu publicznego naruszenia mojego dobrego imienia, domagam się od wnioskodawców publicznego odwołania bezzasadnych negatywnych sformułowań, jakie zostały zaocznie przeciwko mnie wytoczone – w celu uwiarygodnienia bezzasadności tych sformułowań załączam kserokopie wybranych dokumentów.

Z wyrazami szacunku i poważania
doc. dr MICHAŁ GRYZIŃSKI

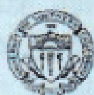
Ponadto otrzymują:
Redaktor Naczelny miesięcznika NAUKA I PRZYSZŁOŚĆ
Witold Błachowicz
Sekretarz Wydziału III PAN
prof. Jerzy Kołodziejczak
Sekretarz Wydziału IV PAN
prof. Wojciech Szczepiński

List do Prezesa PAN (odwołanie od wyroku)

A oto jeden, z pośród kilku załączników, jakie towarzyszyły listowi skierowanemu na ręce Prezesa PAN Prof. L. Kuźnickiego:

DEPARTMENT OF AEROSPACE ENGINEERING
TEL: (213) 740-4303
FAX: (213) 740-7774

November 5, 1990



United States Department of Justice
Immigration and Naturalization Service
Los Angeles, CA

To Whom It May Concern:

The Departments of Physics and Aerospace Engineering of the University of Southern California has now Dr. Michál Gryzinski of Institute of Nuclear Research in Poland as a visiting scholar for a period of two weeks. This is a part of his trip across the United States where he is visiting several universities. He was invited by the Organizing Committee of a Solid State Physics Conference ("Anomalous nuclear effects in deuterium solid systems") held at Provo, Utah (October 21-24, 1990). In the mean time, several other organizations (Electrical Power Research Institute (Palo Alto), U.S.C. (Los Angeles), Harvard University (Cambridge) and National Institute of Standard and Technology (Washington D.C.)) have invited him to give seminars. This requires Professor Gryzinski to stay a little longer than he had originally planned. Therefore, we are asking the Immigration and Naturalization Service to extend his B-1 Visa No. 301122 (issued in Warsaw, Poland, on October 17, 1990) for two additional weeks (until December 2, 1990). This extension is very important for the scientific community because he is an internationally acclaimed scholar that has been invited to the United States to present his recent extraordinary work.

Sincerely yours,

Joseph A. Kune
Professor
Aerospace Engineering and Physics

Na Wydziale Fizyki i Wydziale Inżynierii Lotnictwa i na wydziale Aeronautyki Uniwersytetu Południowej Kalifornii gościmy obecnie Dr Michała Gryzińskiego z Instytutu Problemów Jądrowych, który przybył na okres dwóch tygodni. Stanowi to część jego podróży po Stanach Zjednoczonych, gdzie wizytuje on kilka uniwersytetów. Został on zaproszony przez Komitet Organizacyjny Konferencji Fizyki Ciała Stałego „Anomalne efekty jądrowe w ciele stałym zawierającym deuter") w Provo, Utah (21-24 październik, 1990). W międzyczasie kilka innych organizacji: Instytut Wielkich Mocy w Palo Alto, Uniwersytet Kaliforni w Los Angeles, Uniwersytet Harvard w Cambridge i Państwowy Instytut Miar i Technologii z Waszyngtonu wystosowały zaproszenia do wygłoszenia seminariów. Wymaga to dłuższego pobytu niż początkowo planowany. Prosimy, więc zatem, Immigration and Naturalisation Service o przedłużenie jego wizy B-1 No.301122 o dodatkowe dwa tygodnie (do 2 grudnia 1990). To przedłużenie jest bardzo ważne dla naukowej społeczności, jako że dr M.Gryziński jest naukowcem o międzynarodowym autorytecie, zaproszonym do Stanów Zjednoczonych w celu zaprezentowania swoich aktualnych, nadzwyczaj interesujących rezultatów badań.

Czy będą przeprosiny ? Modne są dziś przeprosiny. Świat zaczął wszystkich za wszystko przepraszać, co miało miejsce od czasów Adama i Ewy. Generalnie rzecz biorąc nie jest to takie złe, jeżeli tylko ma to służyć pojednaniu, a nie upokorzeniu strony przepraszającej. Żal wyrażony przez Kościół za inkwizycję Średniowiecza, kiedy to potępiony został Galileusz i na inkwizycyjnym stosie spłonął Giordano Bruno, odbieram jako wyraz dążeń do osiągnięcia potrzebnej ludzkości, szczególnie dziś, harmonii na linii: wiara – nauka.

Czy doczekam się jakichś słów przeprosin od PAN za szkalującą, mającą charakter średniowiecznej anatemy uchwałę nie wiem. Koledzy twierdzą, że jest to niemożliwe, jako że jeszcze nikomu dotąd, za jego życia, teorii podważającej istniejące *status quo,* nie uznano. Wprost przeciwnie. Zbytnie wychodzenie przed szereg z reguły kończyło się tragicznie. Tak było w przypadku Giordano Bruno torującego drogę współczesnej astrofizyce, tak też stało się z Boltzmanem, którego prawo, noszące dziś jego nazwisko, jest jednym z podstawowych praw statystycznej fizyki.

Anatema – broń obosieczna. Jest specyficzną cechą anatemy, że napiętnowanego nie uśmierca bezpośrednio. Jej działanie jest pośrednie, poprzez wzbudzenie nieufności i wrogości w otoczeniu tegoż – tak właśnie było w przypadku młodego Boltzmana, który wyśmiewany przez ówczesne naukowe autorytety (Mach) popadł w izolację w naukowych środowiskach i targnął się na własne życie. Dziś jest nie inaczej. Wraz z rzuconą na mnie anatemą, skończyły się nagrody, odznaczenia, wyróżnienia. Również i w oczach Komitetu Badań Naukowych, dyspozytora funduszy państwowych na badania naukowe, żaden z moich zaproponowanych tematów naukowych nie znalazł uznania – w recenzjach otwarcie pisano: to ten, co wierzy w „zimną fuzję", a w podtekście przewijał się motyw: to ten, na którego PAN rzuciła anatemę. Tu i ówdzie wycofywano się ze wcześniejszych ustaleń.

Anatema zmroziła nawet wysoce utytułowaną kadrę naukową rodzimego Instytutu. W Instytucie Problemów Jądrowych (dawniej Instytucie Badań Jądrowych), w którego fundamentach tkwi nie mało moich cegiełek, profesorsko-dyrektorskiej kadrze zabrakło odwagi do podjęcia rzeczowej dyskusji na tematy stanowiące istotę funkcjonowania tegoż Instytutu. Również moje próby zainicjowania naukowej dyskusji dotyczącej budowy atomu na forum Rady Naukowej IPJ, jakby nie było jednego z czołowych instytutów atomistyki w Polsce nie przyniosły żadnego rezultatu.

Ale anatema to broń niebezpieczna również dla rzucającego anatemę. Jeżeli nie odnosi szybko wyraźnego skutku, to powoduje wzrost zainteresowania zakwestionowanymi poglądami i przyczynia się do szerzenia się schizmy. Mając znacznie więcej lat, a więc i znacznie więcej doświadczenia, niż młody Boltzman, zignorowałem anatemę rzuconą w 1993 roku przez PAN. Wykonałem kilka niekonwencjonalnych posunięć, o nich nieco dalej, a w środowisku naukowym zaczęły się pojawiać głosy – a może faktycznie ten Gryziński ma rację. Na dodatek, za granicami Kraju o anatemie nic nie wiedzą i zapraszają na odczyty i sympozja. Tak to „fałszywe" poglądy na budowę atomu szerzą się dalej, a nieufność do mechaniki kwantowej wciąż rośnie. Prawdą jest jednak, że bitwa o naukową prawdę zepchnięta została w obszar pozanaukowej argumentacji i warto o tym parę słów powiedzieć. Przedtem jednak artykuł, który zaowocował przytoczoną powyżej uchwałą PAN, na który warto spojrzeć z perspektywy problemów omawianych na poprzednich stronicach tej książki.

§2. DOWÓD PRZESTĘPSTWA: „CHEMIA A PRZEMIANY JĄDROWE"

(Nauka i Przyszłość, Maj 1993 r.)

Tak wśród fizyków, jak i chemików istnieje powszechne przekonanie, że wiązania chemiczne nie mogą mieć większego wpływu na procesy jądrowe. Takie właśnie przekonanie leżało u podstaw ogólnego niedowierzania na temat doniesienia Fleischmanna i Ponsa o zimnej syntezie jądrowej. Dziś, po czterech latach dalszych badań *(artykuł napisany był w 1993 roku)*, nie ma wątpliwości, że w temperaturze pokojowej może zachodzić proces syntezy jądrowej. Różne niezależne ośrodki badawcze potwierdzają generację ciepła w ilościach podobnych do tych, o jakich mówili Flieschmann i Pons. Jednocześnie utwierdzono się w przekonaniu, że wszystkie inne zjawiska towarzyszące generacji ciepła stoją w sprzeczności z istniejącymi wyobrażeniami o reakcjach jądrowych i w żaden sposób nie dają się wkomponować w ramy teoretyczne istniejących teorii.

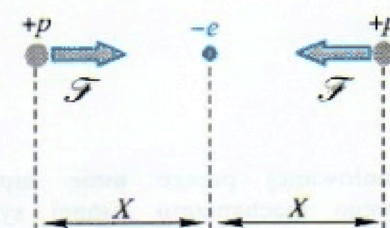
W sytuacji, kiedy pomimo wymyślania ewidentnie nierealnych sytuacji fizycznych obliczenia kwantowe nie prowadziły do żadnych sensownych rezultatów, zwrócono uwagę na molekularny mechanizm syntezy jądrowej. Ideę tego mechanizmu sformułowałem w kilka dni po doniesieniach Fleischmanna i Ponsa (Nature **338**, 712, 1989), a istotne elementy dynamiki tego procesu opisane zostały w publikacji przesłanej do druku jeszcze w czerwcu 1989 roku (Rozpr.Elektrot.**35**, 1057). Należy zauważyć, że uzyskiwane obecnie wyniki eksperymentalne układają się w ramy teorii, której szczegóły przedstawione zostały na konferencji w Utah w USA, jaka się odbyła jesienią 1990 roku i w której wziąłem udział. Tak błyskawiczna reakcja na rewelacyjne doniesienia z wiosny 1989 roku była możliwa tylko dlatego, że koncepcja zimnej syntezy jądrowej była ekstrapolacją prowadzonych przeze mnie od wielu lat rozważań na temat dynamicznej teorii wiązania chemicznego. Obecne fakty, potwierdzające molekularny mechanizm syntezy jądrowej, potwierdzają ideę budowanej przeze mnie od wielu lat teorii wiązań molekularnych.

Dynamiczny model wiązania chemicznego. Punktem wyjścia dynamicznej teorii wiązania chemicznego był dynamiczny model atomu z radialnie poruszającymi się elektronami, wydedukowany przeze mnie na gruncie fizyki zderzeń atomowych. Model ten, zwany od kształtu elektronowej trajektorii w atomie wodoru – modelem swobodnego spadku, pozwolił rozwiązać szereg problemów w zakresie fizyki oddziaływań atomowych, spektroskopii i magnetyzmu oraz wyjaśnić istotę efektu Ramsauera, czy też sił Van der Waalsa. Przeniesienie tego modelu na grunt chemii molekularnej oznaczało, że istota wiązania chemicznego tkwi w elektronach poruszających się po ściśle określonych trajektoriach mających swój początek i koniec w pobliżu dwu wiązanych jąder. Najprostsze wiązanie chemiczne realizuje się poprzez elektron poruszający się po linii prostej pomiędzy dwoma jądrami.

Dynamika tego układu określona jest z jednej strony przez siłę kulombowskiego przyciągania, znajdującego się pomiędzy jądrami elektronu a z drugiej strony gazo-kinetycznym ciśnieniem, jakie elektron wywiera na jądra odbijając się od nich niczym piłka poruszająca się pomiędzy dwiema ścianami. Dla tak sformułowanego problemu dynamicznego udało się znaleźć ścisłe rozwiązanie analityczne – a jest to chyba, jak dotąd, jedyne znane rozwiązanie tak ogólnie postawionego zagadnienia trzech ciał. Z rozwiązania tego wynikają w sposób bezpośredni kluczowe własności wiązania chemicznego, takie jak: współczynnik elastyczności, współczynnik rozszerzalności termicznej, przewodnictwo cieplne czy szybkość rozchodzenia się dźwięku. Jasne się stało, czym jest energia Fermiego i na czym polega istota drgań zerowych sieci krystalicznej. Powstaje jednak pytanie, jak ma się to wszystko do molekularnego mechanizmu syntezy jądrowej ?

Molekularny kollaps. Układ dwu protonów i poruszającego się pomiędzy nimi elektronu w pewnej tylko szczególnej sytuacji będzie pozostawał w stanie dynamicznej równowagi. Ten szczególny stan, kiedy gazo-kinetyczne ciśnienie elektronu jest równe sile elektrostatycznego przyciągania, reprezentuje trwałą molekułę wodoru. Zmieniając gwałtownie energię układu może ona być wprowadzona w drgania. W ogólnym przypadku amplituda tych drgań może być taka, że drgające protony mogą się zbliżać na niewielkie odległości, a w skrajnym przypadku, może dojść do całkowitego kollapsu molekuły. Ten skrajny przypadek był właśnie opisany w notatce, jaka się ukazała w Nature w 1989 roku. Oczywiście, że ta prosta dynamika mieszcząca się całkowicie w ramach oddziaływania Coulombowskiego zmienia się, kiedy jądra zbliżą się na taką odległość, że oddziaływanie magnetyczne związane ze spinem elektronu i spinami protonów zaczną dominować. W tym momencie może nastąpić nieodwracalny proces kollapsu z pozbyciem się nadmiaru energii wysyłanej poprzez oscylujący elektron w postaci miękkiego promieniowania *X*.

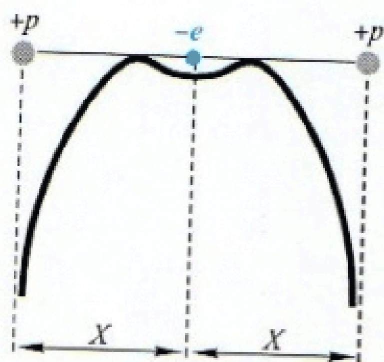
$$\mathcal{F} = -\frac{3}{4}\frac{e^2}{X^2}$$



Ekstremalna sytuacja wyjaśniająca istotę zimnej syntezy jądrowej. To usytuowany pomiędzy dwoma jądrami elektron, umożliwia dwu protonom pokonanie sił elektrostatycznego odpychania i zbliżenie się na odległość, przy której mogą one zostać trwale związane poprzez spinowe pole magnetyczne.

Inicjacja molekularnego kollapsu. Jak wynika z obliczeń, energia kinetyczna, jaką w takiej „igłowej" molekule zjonizowanego wodoru posiada elektron w punkcie siodłowym potencjału pomiędzy dwoma jądrami, wynosi 2.47 eV. Otóż, jeśli jakiś czynnik zewnętrzny spowoduje, że elektron utraci tę energię, to molekuła przejdzie w stan głębokich oscylacji i z pewną dozą prawdopodobieństwa może zajść całkowity kollaps molekuły. Różne mogą być drogi, na których energia elektronu może ulec takiej właśnie zmianie. Jedną z dróg może być zmiana potencjału wewnątrz sieci krystalicznej spowodowana przegrupowaniem elektronów podczas przemian fazowych.

I z tym właśnie mamy do czynienia przy przemianach fazowych, jakie zachodzą w palladzie przy dużych ilościach wprowadzonego doń wodoru. Jasne jest, że zmiany energii elektronu poruszającego się pomiędzy dwoma jądrami mogą być spowodowane różnymi czynnikami i molekularny kollaps może mieć miejsce w najprzeróżniejszych okolicznościach. Pallad nie jest więc warunkiem *sine qua non* zajścia molekularnego kollapsu, a jest jedynie ośrodkiem, w którym warunki fizyczne są najbardziej sprzyjające.



Uwięzienie elektronu w „kieszeni" potencjału sieci krystalicznej, w sposób istotny zwiększa prawdopodobieństwo powstania ciasno związanej quasi-molekuły i w konsekwencji, po utracie nadmiaru energii w postaci miękkiego promieniowania *X*, utworzenia jądra deuteru.

Z rozważań, jakie przeprowadzone zostały jeszcze w 1989 roku wynikało, że obok syntezy dwu deuteronów – dwu jąder ciężkiej odmiany wodoru – możliwa jest również molekularna synteza dwu ***protonów***, co oznaczało, że źródłem energii jądrowej może być nie tylko ciężka woda, ale i zwykła woda z kranu(!). Wniosek ten wydawał się graniczyć z absurdem. Jego wyartykułowanie – w atmosferze nagonki, jaka się rozpętała w stosunku do naukowców twierdzących, że synteza jądrowa ma miejsce po pierwszych niepowodzeniach powtórzenia eksperymentu – nie było łatwe. Jest sprawą otwartą, w jakim stopniu sformułowanie tej hipotezy w referacie wygłoszonym na konferencji w Utah w 1990 roku, przyczyniło się do późniejszego odkrycia. Faktem jest, że materiały tej konferencji mówią o molekularnej syntezie protonów, a więc mówią o czymś, co było ewidentnym zaprzeczeniem istniejącej wówczas w tym zakresie wiedzy.

Teoria a fakty eksperymentalne. Dziś, po blisko czterech latach badań prowadzonych już bez rozgłosu, można stwierdzić, co następuje:

- w różnych niezależnych ośrodkach badawczych zaobserwowano generację energii w ilościach podobnych do tych, o jakich donosili Fleischmann i Pons,
- przy śladowych ilościach promieniowania jądrowego stwierdzono silną emisję miękkiego promieniowania rentgenowskiego,
- podobne efekty cieplne i radiacyjne zaobserwowano stosując w eksperymentach ***zwykłą wodę,*** a więc przepowiedziana w ramach molekularnego mechanizmu reakcja jądrowa ***istnieje !***

Do sformułowanej przeze mnie hipotezy molekularnego mechanizmu zimnej syntezy jądrowej odwoływał się między innymi w 1991 roku J.Vigier, wieloletni redaktor Physics Letters.

Stwierdzono więc to wszystko, co stanowi istotę molekularnego mechanizmu syntezy jądrowej, który został przeze mnie opisany już w 1989 roku. Nie bez powodu zatem, na ostatniej konferencji poświęconej zimnej syntezie jądrowej, która w październiku ubiegłego roku odbyła się w Japonii, odwoływano się do moich prac.

Mówiąc o faktach potwierdzających istnienie molekularnego mechanizmu syntezy pierwiastków, z których bezspornie wynika, że ***średniowieczni alchemicy mieli rację !!!***, nie należy jednak zapominać o mniej spektakularnych dowodach istnienia tego mechanizmu. O dowodach tych doniósł Steven E. Jones, konkurent Flieschmanna i Ponsa. W świetle tego mechanizmu stają się zrozumiałe różne dziwne rzeczy, które odkrywali i ciągle odkrywają geofizycy i geochemicy.

Po pierwsze, nie zgadzał się im, obliczany na podstawie aktualnego stanu wiedzy z zakresu fizyki jądrowej, bilans energetyczny w skorupie ziemskiej (dla ponad 50% strumienia energii pochodzącego z wnętrza Ziemi nie udawało się zidentyfikować źródła).

Po drugie, nie można było w żaden sposób wyjaśnić „dziwnego" składu izotopowego w gazach wulkanicznych (nieoczekiwanie duże ilości He^3 i trytu).

Po trzecie, w pewnych gatunkach skał obserwuje się wyraźnie zlokalizowane obszary (domeny) zawierające w dużych ilościach uwięziony tam hel, przy czym na dodatek jest to rzadko występujący jego lekki izotop – He^3.

Wszystko to mieści się w ramach molekularnego mechanizmu syntezy jądrowej, a można również przypuszczać, że deuter znajdujący się w morskiej wodzie nieustannie powstaje na drodze molekularnej syntezy protonów.

Waga problemu i implikacje na przyszłość. Jak można się zorientować już z tych kilku sformułowań, za problemem molekularnej syntezy kryją się dwa zagadnienia o kolosalnym znaczeniu. Z jednej strony jest to problem zbudowania „czystego" źródła energii jądrowej o nieograniczonych zasobach paliwa (w molekularnym procesie syntezy jądrowej nie powstają ani materiały radioaktywne, ani procesowi temu nie towarzyszy promieniowanie jądrowe, a całe oceany to jeden gigantyczny zbiornik energii jądrowej). Z drugiej strony jest to problem, który może się przyczynić do radykalnego przewartościowania całej naszej teoretycznej wiedzy o mikroświecie.

Są podstawy, aby sądzić, że „afera" z zimną syntezą przyśpieszy proces powrotu w fizyce do ścisłych reguł, jakie winny obowiązywać w naukach ścisłych, od których się odeszło w latach dwudziestych naszego wieku.

Mówiąc o konsekwencjach odkrycia mechanizmu molekularnej syntezy jądrowej warto zauważyć, że może mieć on ogromne znaczenie ogólno poznawcze. Są podstawy, aby sądzić, że prapoczątek wszystkich procesów wyzwalania energii jądrowej we wszechświecie, którym jest synteza protonów, a więc synteza jąder tego izotopu wodoru, który jest dominującym składnikiem zwykłej wody, przebiega inaczej niż to dotąd sądzono. A więc

energia we wnętrzu gwiazd, a w tym i w naszym Słońcu, nie jest wyzwalana tak,
jak to w latach trzydziestych zaproponował Bethe,
poprzez syntezę dwu protonów z emisją pozytonu i neutrina,
lecz poprzez molekularną syntezę dwu protonów z udziałem elektronu,

co wyjaśniałoby zagadkę nieuchwytności neutrino (strumienie neutrino emitowane przez Słońce, gdzie źródłem energii jest synteza protonów, winny być ogromne, a wielokrotnie przeprowadzone pomiary wykazują ich całkowity brak). Warto zauważyć, że odkryty obecnie mechanizm syntezy jądrowej uwiarygodnia podany przeze mnie blisko ćwierć wieku wstecz, opublikowany na łamach Physical Review, mechanizm wybuchów gwiazd supernowych opierający się na założeniu istnienia dużych koncentracji He^3.

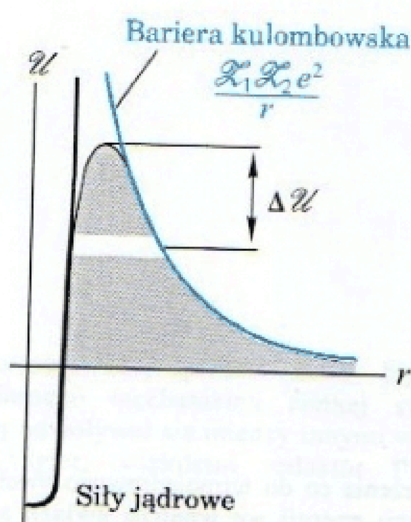
Mając na uwadze kolosalną wagę problemu rozsądnym wydaje się powrócić i u nas do sprawy. Jest jeszcze czas podjąć działania w tym kierunku, abyśmy potem znowu nie musieli doganiać pędzącego pociągu naukowo-technicznego postępu. A warto dodać, że w fazie, w której dominuje wkład „szarych" komórek a nie techniki, wcale nikogo gonić nie musimy.

Zastrzeżenia co do termojądrowego mechanizmu generacji energii we wnętrzu gwiazd zgłaszał, jeszcze w połowie ubiegłego stulecia, rosyjski astrofizyk N.A.Kozyriew [Notices of Crimean Astrophysical Observatory **2**, 3 (1948), **6**, 54 (1951)]. Aktualnie ten problem podejmuje I.A.Eganowa [Search for Mathematical Laws of the Universe, Novosibirsk 2000] przytaczając stare i podając nowe argumentu na rzecz nie termojądrowego mechanizmu generacji energii we wnętrzach gwiazd. Z jej analizy wynika, że **ilość generowanej energii maleje ze wzrostem temperatury wnętrza gwiazdy(!) – co jest zgodne z mechanizmem molekularnego mechanizmu syntezy jądrowej.**

§3. KORZENIE UCHWAŁY

Zanim do tego doszło. Moje aktywne wejście w sprawę zimnej fuzji w 1989 roku miało swoje korzenie w dziedzinie, która wydawała się być zaprzeczeniem tej pierwszej, a mianowicie w dziedzinie syntezy termojądrowej. Pomimo, że w pierwszym przypadku, chodzi o łączenie się atomowych jąder w temperaturze pokojowej, a w drugim, o łączenie się jąder przy temperaturach przekraczających miliony stopni, to był wspólny mianownik, który łączył pozornie różne sprawy. Wspólnym mianownikiem okazał się być, „rozmazany" w nieskończonej przestrzeni przez kwantową teorię, wszędobylski elektron tkwiący u podstaw tajemniczego zjawiska noszącego nazwę efekt tunelowy.

Tajemnica tego zjawiska tkwiła w tym, że fizycy nie mogli dociec, w jaki sposób dwa jądra, nie mając wystarczającej energii, aby pokonać odpychającą siłę Coulomba, zbliżają się do siebie tak dalece, że może zajść reakcja jądrowa. Obliczana w oparciu o prawo Coulomba energia potrzebna do pokonania bariery Coulombowskiej stojącej na przeszkodzie połączenia się dwu jąder o liczbie atomowej $\mathcal{Z}_1$ i $\mathcal{Z}_2$ była wielokrotnie większa od energii, przy której obserwowano reakcje jądrowe. W mechanice kwantowej dylemat „rozwiązano" korzystając z zasady nieoznaczoności Heisenberga pozwalającej ominąć prawo zachowania energii. Na drodze sztucznych założeń, w sposób podobny, jak to pokazywaliśmy w przypadku efektu Ramsauera, otrzymano formułę odtwarzającą wyniki pomiarów. Formuła oczywiście nic nie mówiła o mechanizmie procesu – argumentując, w znany nam już sposób, że jest to zjawisko czysto kwantowe i o fizykę procesu można się nie kłopotać.



Efekt tunelowy to efekt wpływu elektronów towarzyszących zderzeniom jądrowym. $\Delta\mathcal{U}$ – obniżenie bariery potencjalnej spowodowane obecnością elektronu. Mechanika kwantowa próbowała objaśniać zjawisko zapominając o ich istnieniu.

Ponieważ przekrój czynny na reakcję syntezy jądrowej odgrywa kluczową rolę w rozważaniach dotyczących możliwości skonstruowania reaktora termojądrowego, którego skonstruowanie było wówczas moim marzeniem, postanowiłem na zjawisko tunelowania spojrzeć z pozycji deterministycznych praw fizyki. Punktem wyjścia moich rozważań, tak jak zawsze w przypadku niejasności o fundamentalnym charakterze, była dokładna analiza strony eksperymentalnej zjawiska. Wszystkie pomiary sprowadzały się do obserwacji produktów wybranej reakcji jądrowej zachodzących w tarczy bombardowanej wiązką jąder przyśpieszanych w takim czy innym akceleratorze. Ale tarcza to przecież mieszanina dodatnio naładowanych jąder i niosących ujemny ładunek elektryczny elektronów, rozumowałem, a te w rozważaniach teoretycznych pomijano całkowicie. Pomijano je twierdząc, że mające małą masę elektrony nie mogą w sposób istotny wpłynąć na proces zderzenia pomiędzy dwoma ciężkimi obiektami, jakimi są atomowe jądra. Rzetelna analiza teoretyczna zderzenia dwu jąder w obecności elektronu pokazała, że te mające małą masę elektrony mogą jednak w sposób istotny wpływać na cały proces zderzenia – szczególnie w zakresie niskich energii, kiedy to jest względnie duże prawdopodobieństwo tworzenia się quasi-molekuł. W takim quasi-molekularnym stanie dwa jądra, dzięki ekranowaniu ich pola Coulombowskiego przez elektron, mogą się zbliżyć na odległość, przy której zaczną działać przyciągające siły magnetyczne. Tak więc efekt tunelowy nie jest tajemniczą własnością mikroświata, jak to imputowała mechanika kwantowa, ale ma swoje źródło w elektronach towarzyszących zderzeniom. Przekrój czynny na reakcję syntezy jądrowej nie jest, więc wielkością absolutną, ale zależy od stanu środowiska, w którym zderzenia zachodzą. Na tej to podstawie twierdziłem, że problemu kontrolowanej syntezy termojądrowej nie można rozwiązać w oparciu o koncepcję tokamaka – w zjonizowanym rzadkim gazie warunki tworzenia się quasi-molekuł są znacznie mniej sprzyjające niż w gazie nie zjonizowanym.

Taki był stan mojej wiedzy, kiedy to wybuchła sprawa zimnej syntezy jądrowej. Dla mnie sprawa więc była oczywista. Zimna synteza jądrowa to proces trójciałowy z udziałem dwu jąder wodoru i elektronu. Nic więc dziwnego, że już kilka dni później mogłem wysłać notatkę do Nature i obszerniejszy artykuł o zjawisku tunelowania do International Journal of Theoretical Physics. O ile notatka w Nature, może nieco w okrojonym rozmiarze, ale ukazała się szybko, to artykuł poleżał sobie w redakcji około pół roku. Dopiero po mojej drastycznej interwencji – temat był przecież gorący i liczył się każdy dzień – zwrócono go z odmowną opinią (ostatecznie ukazał się on w materiałach międzynarodowej konferencji „Problems in Quantum Physics" – która odbyła się w Gdańsku w 1992 roku). Dziś, po wielu latach od tego momentu, eksperymenty potwierdzają istnienie molekularnego mechanizmu syntezy jądrowej, a pierwszeństwo naukowe zawdzięczam króciutkiej notatce w Nature i polskiemu czasopismu wydawanemu pod auspicjami Polskiej Akademii Nauk, jakim są Wiadomości Elektrotechniczne.

Dopiero pół roku po wysłaniu artykułu do publikacji, pomimo wielu monitów, z Redakcji International Journal of Theoretical Physics dostałem potwierdzenie o otrzymaniu artykułu – bez żadnej wszakże daty na liście(!) – tu można snuć różne przypuszczenia o tym, jaką rolę spełniają dziś naukowe czasopisma, jeżeli w grę wchodzą prace o kluczowym znaczeniu.

Aby zrozumieć gwałtowną reakcję III-ego Wydziału PAN na opublikowanie przez docenta bez habilitacji, w niskonakładowym, kameralnym czasopiśmie, jakim jest Nauka i Przyszłość, niewielkiego artykułu, należy wrócić do przełomu lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych, kiedy to powstawały pierwsze moje prace naukowe, a myślą sięgnąć jeszcze dalej, do chwili, kiedy rodziła się współczesna teoria zwana mechaniką kwantową. Aczkolwiek mówiłem o tym już na pierwszych stronicach tej książki, to do pewnych aspektów tej sprawy, w nieco innym już kontekście, warto wrócić jeszcze raz.

Jeszcze raz o początkach wejścia fizyki na bezdroża. - W początkach dwudziestego wieku fizycy zaobserwowali szereg zjawisk, których nie byli w stanie wyjaśnić w oparciu o przyczynowo-skutkowe równania klasycznej fizyki będące wynikiem prac: Newtona, Coulomba, Ampera, Faradaya i Maxwella. Największe zamieszanie spowodowały te zjawiska, za którymi kryły się jakieś bliżej niezidentyfikowane falowe aspekty mikroskopowego świata, którego kwintesencja zawiera się w paradoksie występującym pod nazwą falowo-korpuskularnego dualizmu. Uznano, że osiągnęliśmy granice naszego poznania, gdzie pojęcia życia dnia codziennego są bezużyteczne. W konsekwencji zanegowaną fundamentalną zasadę fizyki klasycznej, jaką była zawsze zasada przyczynowości – twierdząc, że w mikro-świecie *ex definitione* nie ma jednoznacznego powiązania pomiędzy przyczyną i skutkiem. Teoria ograniczona została do wyszukiwania formalnych reguł odwzorowujących obserwowane zjawiska. Wysuwając falowe aspekty obserwowanych zjawisk na plan pierwszy, za podstawę wszelkich rozważań o mikroświecie przyjęto znane z fizyki ośrodków ciągłych równanie falowe. Równaniu temu odebrano jednak jego pierwotny fizyczny sens, kiedy w miejsce parametrów opisujących fizyczne własności ośrodka, takich jak np. sprężystość, wprowadzono kombinację parametrów opisujących cząstki, takich jak masa czy ładunek. Po takiej zamianie nie było wiadomo, co drga i co właściwie reprezentuje funkcja falowa. Arbitralnie uznano, że kwadrat funkcji falowej, to prawdopodobieństwo położenia cząstki w przestrzeni. Budowaną na takich *ad hoc* formułowanych założeniach teorię nazwano mechaniką kwantową. W 1927 roku na trzeciej (i ostatniej) Solvayowskiej konferencji, w której uczestniczyła elita ówczesnej fizyki, zamknięto dyskusję nad podstawami filozoficznymi fizyki teoretycznej uznając, że jedyny poprawny sposób opisu zjawisk mikroświata, to właśnie mechanika kwantowa. Od tego momentu wszelkie próby opisu zjawisk atomowych w kategoriach przyczynowości traktowano jako bezsensowne. Presja ze strony nowopowstałej doktryny była tak silna, że wkrótce fizyka klasyczna została całkowicie wyeliminowana z rozważań o budowie atomu.

Wejście na scenę – pierwszy krok w kierunku rehabilitacji idei determinizmu w fizyce... „Ustawowe" wyeliminowanie fizyki klasycznej z rozważań o budowie atomu miało daleko idące konsekwencje. I tak na przykład, ***fundamentalny problem fizyki, jakim jest zagadnienie dwu ciał pozostawał,*** w co jest wprost trudno uwierzyć, ***aż do połowy ubiegłego stulecia, nawet dla najprostszych sił centralnych, nie rozwiązany.*** A przecież prawidłowy opis zderzenia dwu elementarnych cząstek naładowanych oddziaływujących zgodnie z prawem Coulomba, to warunek *sine qua non,* jakichkolwiek dociekań na temat zderzeń atomowych. Pierwszy krok w kierunku zbudowania poprawnej teorii zderzeń atomowych, opartej na ścisłym rozwiązaniu zagadnienia dwu ciał, to była praca, jaką opublikowałem w 1957 roku na łamach Physical Review.

Pierwsza moja praca naukowa i pierwsza w ogóle polska praca naukowa opublikowana po wojnie na łamach Physical Review. To w tej pracy zostało pokazane, że odejście w latach dwudziestych od dobrze zdefiniowanych pojęć fizyki klasycznej przy opisie zjawisk atomowych było co najmniej przedwczesne, a jak się potem okazało, było wielkim błędem.

Reprinted from The Physical Review, Vol. 107, No. 6, 1471-1475, September 15, 1957
Printed in U. S. A.

Stopping Power of a Medium for Heavy, Charged Particles

Michał Gryziński
Institute of Experimental Physics, Warsaw University, Hoża, Warsaw, Poland
(Received March 21, 1957)

Sukcesy opracowanej przeze mnie klasycznej teorii zderzeń atomowych, noszącej nazwę przybliżenia zderzeń binarnych, były ogromne. Już pół roku później dostałem zaproszenie z Amerykańskiej Akademii do przyjazdu do USA.

...Mamy wielką satysfakcję wystosować jak najserdeczniejsze zaproszenie do wzięcia udziału w naszych obradach w charakterze gościa Państwowej Akademii Nauk i do wygłoszenia jednego z głównych referatów tej Konferencji... nasza Ambasada w Pańskim Kraju zatroszczy się w stosowny sposób o przygotowanie Pańskiej wizyty w Stanach Zjednoczonych.

2101 CONSTITUTION AVENUE
WASHINGTON 25, D. C.

CABLE ADDRESS: NARECO
WASHINGTON, D. C.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
NATIONAL RESEARCH COUNCIL
OF THE UNITED STATES OF AMERICA

Professor Michal Gryzinski
Warsaw University
Warsaw, Poland

July 30, 1958

Dear Professor Gryzinski:

The National Academy of Sciences-National Research Council's Subcommittee on Penetration of Charged Particles in Matter is sponsoring a Conference on Penetration of Charged Particles Through Matter to be held in Gatlinburg, Tennessee on September 15-18, 1958. It is a privilege to extend to you a most cordial invitation to participate in these proceedings and as a guest of the National Academy of Sciences-National Research Council to deliver one of the principal papers of the Conference.

The United States Department of State is informed concerning plans for this Conference and will advise the United States Consulate in your country to assist you in every appropriate way in arranging for your visit to the United States.

Sincerely yours,

A. C. Simonpietri
Associate Director

ACS/cr
cc: Dr. Uehling

W USA na konferencji w Gatlinburgu przedstawiłem pracę zatytułowaną: „Klasyczna teoria zderzeń atomowych", w której pokazywałem, że w ramach prostych i przejrzystych praw fizyki klasycznej można opisać wielką liczbę zjawisk towarzyszących zderzeniom atomowym. Przyjęta entuzjastycznie, później stała się zaczątkiem wielkich perypetii, a uchwała PAN to ukoronowanie tych perypetii.

Nową, niezmiernie skuteczną teorię było mi dane prezentować na różnego rodzaju konferencjach, czy na wykładach, jak na przykład na międzynarodowej szkole fizyki zderzeń atomowych na Uniwersytecie w Bari we Włoszech.

INTERNATIONAL SUMMER SCHOOL ON THE PHYSICS OF ELECTRONIC AND ATOMIC COLLISIONS

BARI (ITALY), AUGUST 27 - SEPTEMBER 10, 1969

Organized by: ISTITUTO DI FISICA, UNIVERSITY OF BARI, ITALY
C.S.A.T.A. (CENTRO STUDI ED APPLICAZIONI IN TECNOLOGIE AVANZATE)

LECTURERS

BENJAMIN BEDERSON, New York University, U.S.A.
DANIEL BESSIS, Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay, France
PAOLO BUDINI, International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy
MICHAEL GAILITIS, Latvian Academy of Sciences, USSR
EDWARD GERJUOY, University of Pittsburgh, U.S.A.
DAVID GOLDEN, Università di Bari, Italy
MICHAEL GRYZINSKI, Institute for Nuclear Research, Poland
CRIS KUYATT, National Bureau of Standards, Washington, U.S.A.
WILLIAM McGOWAN, University of Western Ontario, Canada
KENNETH SMITH, University of Nebraska, U.S.A.
AARON TEMKIN, NASA Goddard Space Flight Center, U.S.A.

W ten to sposób, ściśle sformułowane zasady obliczeniowe, bazujące na równaniu Newtona i prawie Coulomba, krok po kroku, wypierały z obszaru fizyki zderzeń atomowych rachunki kwantowe.

A oto, jak sukcesy tej teorii skomentował jeden z najznakomitszych fizyków atomowych minionego półwiecza, którym niewątpliwie był Profesor Sir David Bates, w swojej monografii, o tytule trudnym do wiernego przetłumaczenia, „OTHER MEN'S FLOWERS":

„...Przywrócenie do życia oczywistego nieboszczyka jest nie lada sztuką (a za takiego uważano już fizykę klasyczną) wielkie słowa uznania za to należą się Gryzińskiemu za jego niepodporządkowanie się ortodoksyjnym poglądom i za jego niekonformistyczną postawę... Jego niepodporządkowanie się obowiązującemu rytuałowi było stymulatorem wielu badań... co znalazło swoje odzwierciedlenie w fakcie, że Naukowy Index Cytowań w roku 1970 zawiera około setki referencji do jego prac..."

Wyznawcy mechaniki kwantowej w kontrnatarciu. W połowie lat sześćdziesiątych wydawało się, że powrót do deterministycznych idei fizyki klasycznej jest przesądzony i bliski jest już moment, kiedy o atomie znowu zacznie się mówić w kategoriach ściśle określonych orbit elektronowych. Rzeczywistość okazała się być inna. Od momentu, kiedy zaczęto sobie uświadamiać, że powstające prace naukowe podważają samą istotę powszechnie królującej teorii, tolerancja dla głoszenia idei determinizmu skończyła się. Pierwszy zgrzyt miał miejsce na międzynarodowej konferencji w Quebec w 1965 roku, na tle wygłoszonego przeze mnie referatu zatytułowanego: „Podstawy Klasycznej Teorii Atomu". W referacie tym, który mógłby stanowić streszczenie obecnej książki, otwarcie zostały zakwestionowane filozoficzne podstawy mechaniki kwantowej i w sposób kompleksowy została pokazana deterministyczna alternatywa. To w czasie wygłaszania tego referatu padło agresywne pytanie godne inkwizycyjnego trybunału:

„Czy WIERZY (!) pan w Mechanikę kwantową ?"

Odpowiedź brzmiała:

„Żywię nadzieję, że nie jest to kongres wyznaniowy
i nie spłonę na stosie jeżeli powiem NIE".

Myliłem się. Ale moja pomyłka nie dotyczyła istoty sprawy. Moja pomyłka dotyczyła wiary w tolerancję światopoglądową środowisk naukowych. Walka opublikowanie niektórych artykułów w czasopismach naukowych ciągnęła się niejednokrotnie po kilka lat. W rezultacie rozwiązanie falowo-korpuskularnego paradoksu, które przedstawiłem w 1965 roku na konferencji w Quebecu, a potem w 1967 na 10-ej konferencji fizyki atomowej w Nowym Jorku, dostało się na łamy regularnego czasopisma dopiero w 1987 roku (!).

W dalszych pracach publikowanych w latach 1959-1965 na łamach Physical Review, moja teoria krok po kroku, wypierała kwantowo-mechaniczne rachunki z coraz to nowych obszarów fizyki. Sukcesy te kwitowano wspaniałomyślnym, pobłażliwym stwierdzeniem, że w pewnych sytuacjach można stosować mechanikę klasyczną. Tolerancja i pobłażliwość skończyły się, kiedy spostrzegłem zasadniczy błąd w Bohrowskim modelu atomu i znalazłem, trywialne w istocie rzeczy, wyjaśnienie falowo-korpuskularnego dualizmu. Konsekwencje tych odkryć godziły w samą istotę powszechnie uznanej teorii.

Inkwizycja szaleje. Wraz z odkryciem, że w atomie dominuje radialna kinetyka, a falowe aspekty elektronu mają swe źródło w translacyjnej precesji osi spinowej elektronu, wyłonił się z oparów funkcji Ψ przejrzysty obraz atomu. Ten przejrzysty obraz atomu przedstawiłem w wydanym przeze mnie w IBJ w 1965 roku opracowaniu „Klasyczna Teoria Atomu". Opracowanie to „zaowocowało" powołaniem w naszym instytucie nowego ciała, które miało dbać o to, aby w przyszłości nie popełniono takiego błędu, jak wydrukowanie pracy podobnej do tej, napisanej przez Gryzińskiego o budowie atomu. Jawnego podważania kanonów mechaniki kwantowej, tak jak i kanonów teorii względności, tolerować nie można!

Ponieważ skuteczności klasycznej teorii zderzeń i logiki klasycznej teorii atomu zakwestionować się nie dawało, zaczęto stosować metody dziś powszechnie stosowane w polityce. I tak, kiedy stanęła sprawa mojej habilitacji, w której przedstawiałem argumenty na rzecz nowego modelu atomu, a chodziło tu o znany już czytelnikowi model swobodnego spadku, decyzję o dopuszczenie do zreferowania tej koncepcji na kolokwium habilitacyjnym podjęto z pogwałceniem litery prawa. Aby, broń Boże, Gryziński nie zaagitował na rzecz błędnego modelu atomu mniej uświadomionych członków Rady Naukowej Instytutu Badań Jądrowych, Przewodniczący Rady Prof. M.Mięsowicz zarządził, łamiąc ustawę, jawne głosowanie nad wnioskiem, zaznaczając jednocześnie, że z rezygnuje z funkcji przewodniczącego, gdyby rezultat głosowania okazał się dla mnie pomyślny. Podobne stanowisko zajął ówczesny Dyrektor Instytutu Fizyki Teoretycznej Prof. J.Werle. Niemniej krytycznie wypowiedzieli się o mojej pracy: Prof. R.Gajewski, w latach późniejszych wieloletni dyrektor amerykańskiego Departamentu Rozwoju Badań (DOE), czy chlubiący się odkryciem nowej cząstki elementarnej Prof. J.Pniewski. Aby w pełni oddać sytuację tamtych dni, warto wspomnieć, że jeszcze na kilka godzin przed posiedzeniem zaproponowano mi habilitację za wycofanie pracy. Ponieważ stałem na stanowisku, że prawda naukowa jest ważniejsza od formalnych tytułów, głosowanie się odbyło. Nieznaczną większością głosów kwantowe lobby, mające istotny wpływ na rozdział państwowych funduszy, zwyciężyło.

Tą formalną bitwę przegrałem. Ale w przypadku Nauki jest nieco inaczej niż przy lansowaniu idola dla mas. ***Natura jest nieprzekupna i odporna na propagandę.*** Rok po roku, ukazywały się prace pokazujące, że jednak miałem rację. Mimo tego, kwantowe lobby nie ustępowało. Kiedy w corocznym plebiscycie dziennikarzy na największe polskie osiągnięcie naukowo-techniczne w roku 1972 mój model atomu uplasował się na drugim miejscu, zaraz za osiągnięciem za opracowanie kombajnu węglowego (wówczas górnictwo było narodowym przemysłem), na najwyższych szczeblach naukowego lobby podniosło się larum. Wynikiem interwencji na najwyższych szczeblach władzy w Państwie, przeniesiony zostałem z miejsca drugiego na miejsce ósme, a plebiscyt dziennikarski 1972 roku był ostatnim tego rodzaju plebiscytem w Polsce.

Sesja wyjazdowa PAN w Świerku – powód: Gryzińskiego należy przywołać do porządku. Aby „kompromitującą" wiadomość o modelu swobodnego spadku, która poszła w świat po opublikowaniu listy największych osiągnięć roku przez naszą prasę codzienną, móc uwiarygodnić, należało mieć w ręku jakieś konkretne argumenty. Tych argumentów miało dostarczyć seminarium, o jakie za pośrednictwem Dyrekcji mojego Instytutu, zwrócono się do mnie w styczniu 1976 roku. Ponieważ nie wyraziłem zgody na odczyt w Instytucie Fizyki Teoretycznej na Hożej, a po interwencjach u najwyższych władz politycznych w Kraju na to zgodzić się nie mogłem, odbyło się ono w Instytucie Badań Jądrowych w Świerku. Sala była wypełniona po brzegi, a ja miałem zaszczyt mówić do elity Wydziału III-ego Polskiej Akademii Nauk. Był i Profesor J.Werle Dyrektor Instytutu Fizyki Teoretycznej na Hożej, i profesor J.Pniewski, o którym mówiło się swego czasu, że jest szansą na polskiego Nobla z fizyki, i profesor A.Trautman, mój kolega ze studiów, jeden z najbardziej uznanych na świecie specjalistów od grawitacyjnie „zdeformowanej" czaso-przestrzeni, i profesor Z.Szymański, *nota bene*, tak jak i ja, absolwent Politechniki Warszawskiej, specjalista od zdeformowanych jąder, i profesor W.Kołos, najbardziej cytowany polski fizyko-chemik dzięki jego kwantowej teorii molekuły wodoru, i całe grono innych znakomitości. Seminarium poprowadził profesor R.Żelazny, Dyrektor Pionu Fizyki Instytutu Badań Jądrowych, w gestii którego był, kierowany przeze mnie Zakład Fizyki Plazmy i Kontrolowanej Syntezy Termojądrowej. Seminarium, warte, aby kiedyś opisać je osobno, miało wykazać absurdalność mojego modelu atomu i moją nicość naukową. Argumenty, jakie wówczas formułowano, to te same argumenty, które można znaleźć w każdym podręczniku mechaniki kwantowej, a o których była mowa na poprzednich stronicach tej książki. Wygrać nie wygrałem, bo w wyreżyserowanej atmosferze wygrać nie mogłem – przy negatywnie nastawionych sędziach bokser może wygrać jedynie przez nokaut. Prowadzone, w sposób dla mnie nie najkorzystniejszy (być może, że to moje jedynie subiektywne odczucie), nie dało wystarczających argumentów, aby puścić w świat wiadomość: model swobodnego spadku zdyskwalifikowany, a twórca modelu to nieuk i szarlatan. A to już było dużo, gdyż u wielu słuchających zasiało ziarno niepokoju. Mnie dało ono ogromną satysfakcję, zwielokrotnioną faktem, że bezpośrednio po Seminarium gratulacje złożył mi Prof. W.Kołos.

§4. A JEDNAK SIĘ RUSZA !

Ściąć go ! – taki okrzyk dawało mi się słyszeć nie raz, aczkolwiek nie zawsze była to reakcja na różnicę poglądów w kwestii budowy atomu. Mojej głowy chciano, kiedy kierując ogólnopolskim programem naukowo-badawczym „Fizyka plazmy i kontrolowana synteza termojądrowa" przeciwstawiłem się budowie „polskiego" tokamaka – w rezultacie byliśmy jedynym państwem byłych „Dem-ludów", które nie poszło za sugestiami „Wielkiego Brata" i tokamaka nie miało – jak i wtedy, kiedy mówiłem, że lasery też nie rozwiązują problemu kontrolowanej syntezy termojądrowej. Ale udało mi się. Uszedłem cało z głową, a dzień dzisiejszy pokazuje, że jednak miałem rację – tak w dziedzinie tokamaków, jak i laserów badania nie poszły ani krok do przodu. Moją tarczą obronną były rezultaty osiągane przez kierowany przeze mnie zespół prowadzący badania w zakresie fizyki plazmy i kontrolowanej syntezy termojądrowej (o tym, kilka słów na końcu rozdziału). Wyniki te, wywodzące się z oryginalnej polskiej myśli, pozwalały mi na luksus posiadania własnego naukowego zdania i broniły mnie przed spaleniem na kwantowym stosie za ignorowanie kanonów mechaniki kwantowej i propagowanie błędnych, w oczach utytułowanych teoretyków, idei fizycznych. A prób było nie mało ! Ich ukoronowanie, to przytoczona na początku rozdziału uchwała PAN.

Ściąć ich wszystkich ! Oczywiście nie należy sądzić, że to tylko ja byłem obiektem ataków ze strony elit naukowych stojących na straży nienaruszalności uznanych dogmatów. Zawsze po ukazaniu się jakiegoś z moich artykułów, czy to na łamach Problemów, Przeglądu Technicznego, Polityki, czy Kultury, dostawałem listy – jedne z pytaniem, gdzie coś więcej na ten temat można przeczytać, i drugie mówiące o ***blokadzie rozprzestrzeniania poglądów krytycznych w stosunku do mechaniki kwantowej, czy też teorii względności i Einsteina.*** Żaden przewód doktorski, gdzie pojawiłby się, chociaż cień krytyki jednego z tych dwu filarów ortodoksyjnej fizyki nie miał szans na pozytywny finał – mogłem to osobiście obserwować będąc przez wiele lat członkiem Rady Naukowej Instytutu Badań Jądrowych.

Błędem byłoby mniemać, że taka nietolerancja na krytykę w sferze, gdzie krytyka powinna być traktowana jako motor postępu i gwarant poprawności funkcjonujących teorii, jest specyficzną polską cechą. Nie, nie jest to cecha położenia geograficznego czy narodowości, to jest cecha systemu stworzonego przez stosunki społeczno-polityczne panujące na świecie. ***Naukowa hierarchia została ukształtowana na bazie wielkich programów wojskowych - w szczególności na bazie badań nad bombą atomową i na bazie wielkiej polityki – lansowanie fałszywych autorytetów naukowych dla partykularnych, zgoła nie naukowych celów.*** Skomercjalizowanie nauki uczyniło ją jeszcze bardziej niepodatną na zmiany, które mogłyby zagrozić istniejącej hierarchii. Wyniki kwestionujące kierunek badawczy, w który zaangażowano już poważne środki finansowe, idące czasami już w dziesiątki miliardów dolarów, nie miały prawa dostać się na łamy czasopisma naukowego. Wspaniała rywalizacja intelektualna z dziewiętnastego wieku, zastąpiona została rywalizacją o prestiż, stanowiący bazę finansowego prosperity. Czasopisma naukowe bardziej troszczą się dziś o stronę finansową, niż o naukową prawdę – w jednym z listów, jakie otrzymałem od jednego z redaktorów Physical Review, można przeczytać: ***nie ważne czy pańska teoria jest poprawna czy nie, my nie możemy prezentować poglądów niepopularnych !***

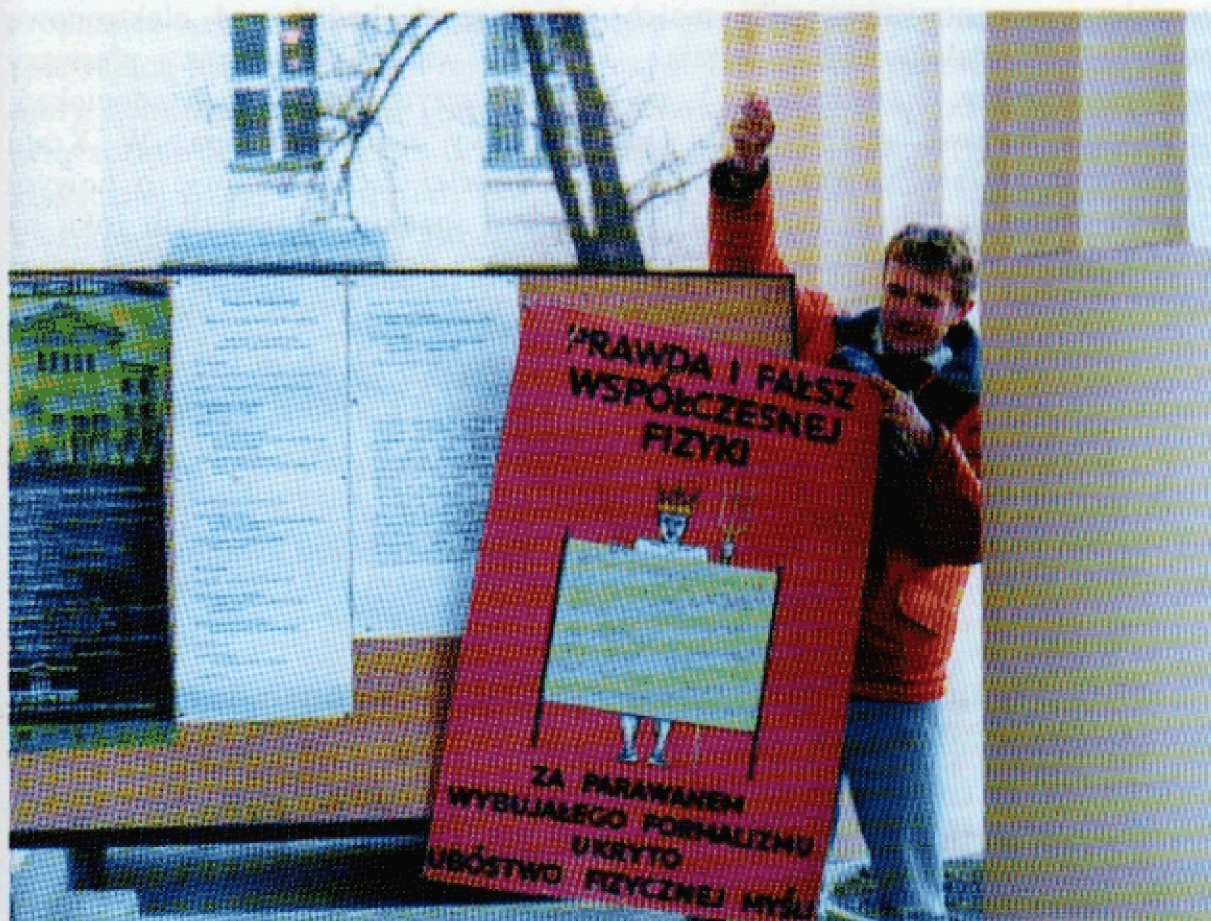
A jednak się rusza ! Po wielu nieudanych próbach opublikowania prac powstających na bazie determinizmu zrozumiałem, że samą pozytywną argumentacją bitwy o rehabilitację fizyki klasycznej wygrać nie można. Kibice boksu wiedzą, że przy nieprzychylnie nastawionych sędziach jedyną możliwością wygrania jest nokaut. Aby znokautować trzeba atakować. Przystąpiłem więc do generalnego ataku. Zmieniłem taktykę. Przestałem się ograniczać do prezentowania walorów fizyki klasycznej i zacząłem pokazywać niedorzeczności oraz fałsze mechaniki kwantowej. Po raz pierwszy miało to miejsce w 1988 roku w Jugosławii na międzynarodowej konferencji „Klasyczna dynamika w atomowej i molekularnej fizyce". Tam to, przychylne mi grono jugosłowiańskich fizyków z Petar Grujičem na czele, umożliwiło mi podjęcie frontalnego ataku. W referacie: „Deterministyczny model atomu – realna rzeczywistość czy utopia ?" po raz pierwszy otwarcie wyraziłem pogląd wsparty szeregiem konkretnych argumentów, że sukcesy kwantowej mechaniki to wielka mistyfikacja.

W Kraju wydana została popularno naukowa mini-edycja pod tytułem: „Nowe oblicze atomu" i profesjonalna niewielka książeczka: „Prawdziwe i fałszywe osiągnięcia współczesnej fizyki". Ta pierwsza trafiła w początku 1996 roku do rąk uczestników okolicznościowego sympozjum „70 lat fizyki na Hożej", w którym uczestniczyła chyba cała elita polskiej fizyki, kilku zagranicznych laureatów Nobla i parę oficjalnych osobistości. To właśnie ta mająca formę kalendarza satyryczna mini-edycja była rękawicą rzuconą wyznawcom panującej od wielu dziesięcioleci kwantowej filozofii i jawnym wezwanie do buntu przeciwko skostniałym poglądom.

„Akcja na Hożej"

Mroźny słoneczny poranek 29 stycznia 1996 roku, godz. 8.00.

Młodzież Akademicka rozdająca „bibułę" uczestnikom jubileuszowego spotkania.

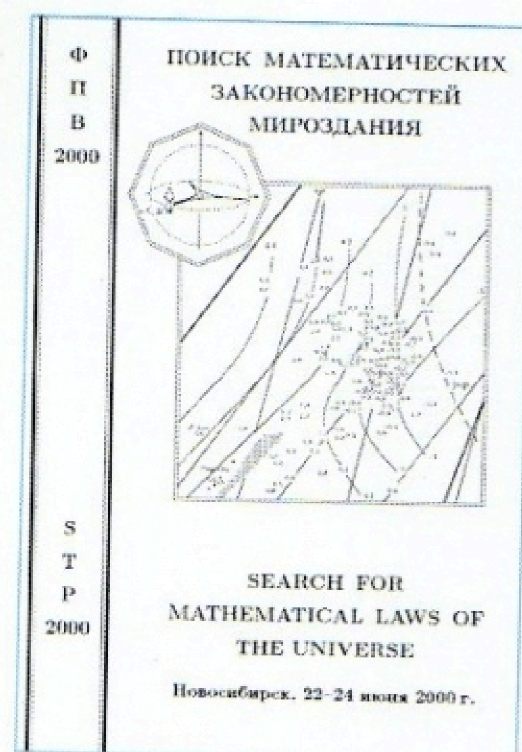


...rozpoczynamy akcję...



...akcja w toku...

Tego to poranka, uczestnikom jubileuszowego spotkania z okazji 75-lecia fizyki na Hożej, rozdano 350 sztuk popularno-naukowej książeczki „Nowe oblicze atomu". Przeprowadzana akcja, to początek ofensywy przeciwko największej mistyfikacji jaką wykreował ludzki intelekt, występującej pod nazwą Mechanika Kwantowa.



Rezultaty nie dały na siebie długo czekać. Pojawiły się pierwsze nieśmiałe głosy: „A może faktycznie ten model atomu z radialnie poruszającymi się elektronami, to prawidłowy obraz rzeczywistości !". Zachęcony tymi odgłosami, 15 kwietnia 1998 roku otworzyłem własną stronę internetową: www.ipj.gov.pl/~gryzinski. W ten to sposób, omijając kwantowych cenzorów, zacząłem prezentować wyniki moich najnowszych badań nad elektronową budową mikroskopowego świata. I tam właśnie po raz pierwszy zaprezentowałem, „rozgryzioną" po blisko trzydziestu latach dociekań, niezwykłą budowę atomu helu. Odtąd sprawy nabrały tempa. W Kraju przełamana została bariera strachu i coraz śmielej zaczęto mówić o nowym modelu atomu, zwanym modelem swobodnego spadku. W ubiegłym roku na konferencji w Nowosybirsku, o której dziś można przeczytać w wydanej przez organizatorów książce FPV-2000, mogłem w sposób kompleksowy zaprezentować alternatywę dla panującej już 70 lat teorii i opisać cały ogrom świadomych i nieświadomych fałszerstw mechaniki kwantowej.

Świadectwem tego, jak trudna jest to walka, może być historia przytoczonej poniżej pracy, która po wielokrotnych nieudanych próbach, na przestrzeni blisko dwudziestu(!) blisko lat, przebiła się przez kwantową cenzurę dopiero w 1987 roku.

Spin-Dynamical Theory of the Wave-Corpuscular Duality

Michał Gryziński[1]

Received May 19, 1987

The assumption that translations of the electron are accompanied by spin precession enables a deterministic description of electron diffraction and quantization of atomic systems. It is shown that the electromagnetic field of the precessing electron is responsible for modulation of the beam intensity of an electron scattered from a system of charges and for mechanical stability of the orbital motion of electrons in bound states.

International Journal of Theoretical Physics, Vol. 26, No. 10, 1987

§5. SZCZYPTA WSPOMNIEŃ. UDANY START

Korzenie podjętej przeze mnie wielkiej bitwy o determinizm w fizyce i powrót do logicznych zasad fizyki klasycznej tkwią w zamierzchłej przeszłości. Być może wiązać je można z przypadkiem zesłanym mi przez Naturę, kiedy jako 10 letni chłopak mogłem zobaczyć coś, co, tak jak główna wygrana w toto-lotka, jest przywilejem nielicznych. Wyglądając po burzy przez okno, zobaczyłem na tle ciemnych chmur świecący żółtawy punkt, który powoli zbliżał się do mnie i po dwudziestu – trzydziestu sekundach osiągnął rozmiary słonecznej tarczy. Kiedy zacząłem się niepokoić, zawrócił, aby zniknąć tak nagle, jak nagle się pojawił. Dopiero wiele lat później, kiedy pracowałem nad wyładowaniami elektrycznymi w gazach, zdałem sobie sprawę, że widziałem bardzo rzadkie zjawisko meteorologiczne – piorun kulisty. Być może zainteresowanie fizyką, a w końcu i dalsze perypetie zawdzięczam innemu przypadkowi, kiedy to wycofujący się niemiecki okupant wysadził w powietrze położone obok nas zakłady optyczne, a ja w ich gruzach, zaopatrzyłem się w niezliczone ilości soczewek, z których udało mi się skonstruować i lunetę astronomiczną i mikroskop.

Nie tylko ja, ale nikt tego nie rozumie. Na serio jednak romans z fizyką zaczął się w wieku osiemnastu lat, kiedy przygotowując się do egzaminu wstępnego na Politechnikę, od deski do deski, przestudiowałem Arkadiusza Piekary „Budowę materii". Dowiedziałem się z tej świetnej książki o regule Lenza, i o prawach indukcji Faraday'a, i o teorii Maxwella. Niestety, ani rusz nie mogłem zrozumieć sensu falowej funkcji Ψ. Nie przemawiały do mnie paralele ze śpiewającą księżniczką, której głos, niczym funkcja Ψ, przenikał przez grube mury kamiennego zamku i uchodził w nieskończoną dal, ani inne przykłady przytaczane przez profesora tkwiącego korzeniami w tradycyjnym rozumowaniu klasycznej fizyki. Nie trafiały do mnie w akademickim wykładzie z mechaniki kwantowej, ani argumenty Blochincewa, ani sformalizowane wywody Landaua-Lifszica, w których trudno było się doszukać fizyki. Szokował mnie fakt, że w książce P.A.Diraca „Mechanika Kwantowa" nie ma ani jednego rysunku – przecież fizyka to nauka o realnych obiektach, a te muszą mieć jakieś kształty rozumowałem, a u Diraca tylko same matematyczne wzory – pojęcie geometria nie istnieje. Dziś wiem, dlaczego nie byłem w stanie pojąć tych wyjaśnień. Jasno sprawę stawia Richard Feynman, laureat nagrody Nobla z fizyki teoretycznej, który starając się mówić w popularny naukowy sposób o istocie mikroświata stwierdza wprost: ***„Nie rozumieją tego moi studenci fizyki. Sam tego nie rozumiem. Nikt tego nie rozumie."***

Ni to teoretyk, ni to eksperymentator. Kiedy na zakończenie trzyletnich studiów inżynierskich na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej, jako pracę przejściową w laboratorium prof. I.Ścisłowskiego, powtórzyłem słynny eksperyment Franka i Hertza, będący jakoby dowodem na istnienie stanów kwantowych w atomie, byłem głęboko przekonany, że fizyka eksperymentalna jest moim przeznaczeniem. Toteż w zdumienie mnie wprawiła wypowiedź Profesora Ceazarego Pawłowskiego prowadzącego na naszym Wydziale wykłady z fizyki promieniowania rentgenowskiego. Ten, po zapoznaniu się z moimi rozważaniami na temat tego promieniowania, z głębokim przekonaniem stwierdził, wbrew temu, co ja sądziłem o sobie, że widzi we mnie zadatki na całkiem niezłego teoretyka. Tą kontrowersję wyjaśnił czas. Przyszłość pokazała, że tak On jak i ja mieliśmy rację – po połowie, jako że połowę mojego czasu przyszło mi spędzić przy realizacji eksperymentów, a drugą połowę na rozważaniach z fizyki teoretycznej. To silne powiązanie teorii z eksperymentem miało ogromny wpływ na całą moją postawę naukową w przyszłych badaniach – to ono nie pozwoliło mi na zaakceptowanie oderwanych od rzeczywistości pojęć mechaniki kwantowej. Kiedy projektowałem eksperyment i prowadziłem pomiary zawsze musiałem stać na gruncie ściśle sformułowanych pojęć fizyki klasycznej. Ten dualizm teoretyczno-eksperymentalny tkwił we mnie nadzwyczaj głęboko. Stąd być może wzorcami dla mnie nie byli ani Bohr, Rutherford czy Einstein, ale J.J.Thomson odkrywca elektronu i E.Fermi twórca reaktora jądrowego, dla których fizyką była teoria i eksperyment, razem wzięte.

Dziś wiem, że to zerwana więź pomiędzy teorią a eksperymentem przyczyniła się do narodzin mechaniki kwantowej i spowodowało tak długi jej żywot. Uświadomiłem to sobie przebywając w jednym z większych laboratoriów światowych prowadzących eksperymenty z zakresu fizyki zderzeń atomowych, na Queen's University w Belfaście. Tam usłyszałem, że jestem pierwszym teoretykiem z pośród ogromnego grona teoretyków, jacy tu bywali, z którym można rozmawiać o technice eksperymentu – znano tu dobrze moją teorię zderzeń, ale nikt nie domyślał się, że ja jestem jedynie w połowie teoretykiem.

Podobno dobry teoretyk, nie potrafi sobie buta zawiązać !

Jako teoretyk. Pierwsze sukcesy i pierwsza zapowiedź kłopotów. Mój teoretyczno-eksperymentalny dualizm dał o sobie znać już na pierwszym etapie mojej naukowej kariery. Pierwsza moja praca teoretyczna powstała jako podbudowa teoretyczna programu eksperymentalnego. Wówczas to, posługując się równaniami klasycznej dynamiki, wyprowadziłem formułę opisującą hamowanie cząstek naładowanych poruszających się w gazowym ośrodku. Formuła ta, w zakresie wysokich energii, przechodziła w kwantowo-mechaniczną formułę Bethego, a w zakresie niskich energii, w kwantowo-mechaniczną formułę Fermiego-Tellera. W tej to pierwszej pracy tkwiły zalążki późniejszego konfliktu, który ujawnił się jeszcze przed jej opublikowaniem. Ukazywała ona bezradność mechaniki kwantowej w odniesieniu do jednego z podstawowych problemów fizyki, jakim jest zderzenie protonu, czy czastki-α z elektronem atomu. Po moim referacie na seminarium teoretycznym prowadzonym przez Profesora L.Infelda, w obronie narażonego na szwank autorytetu kwantowej teorii, zabrał głos profesor W.Rubinowicz. Zacny profesor uzyskany przeze mnie rezultat skomentował w sposób, który odniesiony do Plancka, brzmiałby następująco. Proszę Pana, Panie Planck – tak naprawdę to nie wiele Pan zrobił, jako że w zakresie wysokich częstości mamy dobrze pracującą formułę Wiena, a w zakresie niskich częstości dobrze pracującą formułę Raleya-Jeansa. Pańska formuła może jest i użyteczna, ale dla teoretycznej fizyki to nie ma ona większego znaczenia. Tymczasem, już pół roku później, zlekceważona praca ukazała się na łamach Physical Review i niebawem dostałem zaproszenie z Amerykańskiej Akademii przyjazdu do USA. Wizyta doszła do skutku, a to głównie za sprawą profesorów Andrzeja Sołtana, założyciela Instytutu Badań Jądrowych i profesora Pawła Nowackiego, który dyrektorował temu Instytutowi przez następne 15 lat.

W USA na konferencji w Gatlinburgu przedstawiłem pracę zatytułowaną: „Klasyczna teoria zderzeń", w której pokazywałem, że w ramach prostych i przejrzystych praw fizyki klasycznej można opisać wielką liczbę zjawisk fizycznych, jakie towarzyszą zderzeniom atomowym. Przyjęta entuzjastycznie, później stała się zaczątkiem wielkich perypetii.

Prof. dr P. Nowacki.

Sądzę, że [illegible] należałoby wystąpić o paszport do USA dla p. Gryzińskiego, gdyż nie jest jasne, czy organizatorzy zwrócą mu koszty drogi i pobytu. Gdyby tak było, [illegible] jego w USA [illegible] żądania.

[illegible]

1. VIII. 58.

W Genewie na II-ej światowej konferencji poświęconej pokojowemu wykorzystaniu energii termojądrowej, na którą zjechała się elita światowej fizyki, zaprezentowałem zaskakującą koncepcje łańcuchowej reakcji syntezy jądrowej – ta wyjaśniała mechanizm funkcjonowania „kosmicznej bomby atomowej" jaką jest gwiazda supernowa i rzucała pewne światło na fakt, że wybuch bomby termojądrowej na atolu Bikini był znacznie silniejszy niż na to wskazywały obliczenia. Niestety, z Nielsem Bohrem, który był na tej konferencji, o modelu atomu porozmawiać nie mogłem, jako że było to dla mnie 7 lat za wcześnie – myśl o tym, że elektrony w atomie poruszają się promieniście przyszła mi do głowy w 1965 roku.

Dział Organizacji.

Proszę o zbadanie możliwości wyjazdu ob. M. Gryzińskiego. Ob. M. G. wyjedzie do Genewy 1– 14.9.58.!

2.8.58. [illegible]

Ponieważ obaj za mnie poręczyli tam, gdzie wówczas trzeba było, mogłem pojechać nie tylko do USA, ale znalazłem się również w oficjalnej polskiej delegacji, na II-gą światową konferencję poświęconą pokojowemu wykorzystaniu energii termojądrowej. Referaty na konferencji w USA i na konferencji w Genewie stanowiły punkt wyjścia dalszej mojej działalności naukowej – pierwszy był bazą dla prac teoretycznych z zakresu budowy atomu, drugi dla prac z zakresu fizyki plazmy i kontrolowanej syntezy termojądrowej. Na ile moja koncepcja łańcuchowej reakcji syntezy jądrowej, wyjaśniającej między innymi wybuch gwiazd supernowych, była interesująca może świadczyć notatka, która ukazała się w amerykańskim Science News Letter.

Fusion Explosion Seen Cause of Supernovas

FUSION explosions, such as man has made on earth, but on a scale many millions of times larger, are responsible for the stars known as supernovas, which suddenly blaze to brilliances hundreds of thousands times their normal brightness.

This theory on fusion chain reactions to account for supernovas was reported to the American Institute of Physics by Dr. Michal Gryzinski of the Institute of Nuclear Research, Polish Academy of Science, Warsaw. He suggests that the conditions suitable to a strong concentration of helium three, the fusion material, exist only for a relatively small number of stars.

The helium three is formed when protons react in the hydrogen-burning cycle by which stars are stoked. If the star's temperature does not exceed about five million degrees absolute, then a sufficient amount of helium could be produced in about five billion years to give the critical density at which the fusion chain reaction developed.

The nuclear energy released in the outburst is much greater than the star's potential energy, so it is completely destroyed, Dr. Gryzinski reports in the *Physical Review* (Sept. 1).

Science News Letter, December 12, 1959

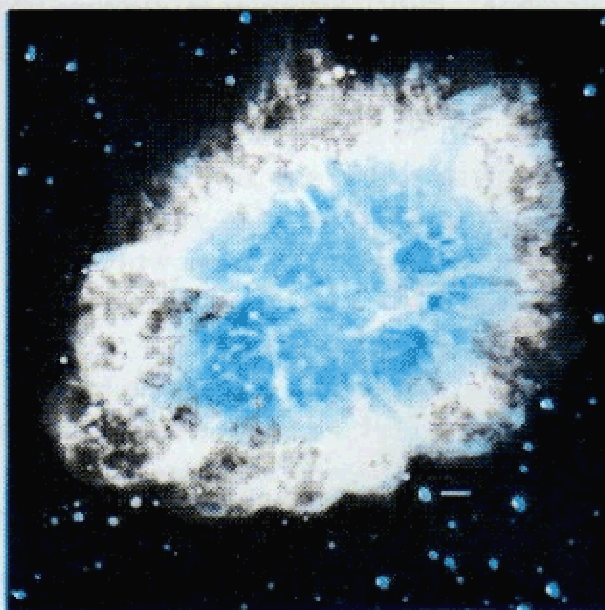
Wybuch termojądrowy przyczyną rozbłysku gwiazd supernowych.

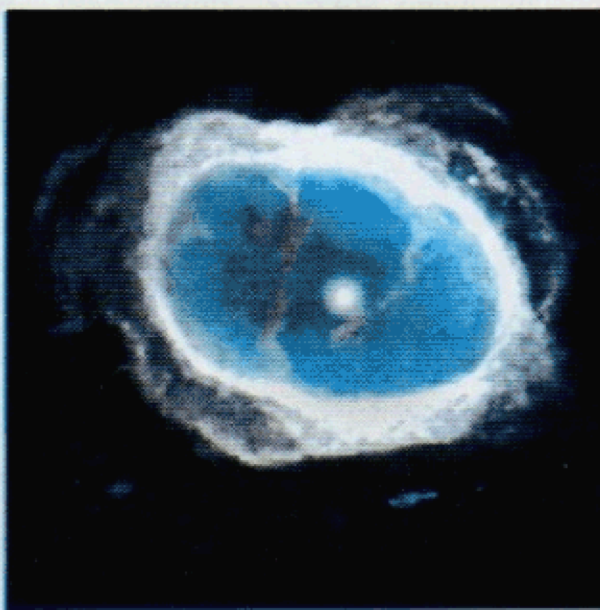
Wybuchy termojądrowe podobne do tych, jakie człowiek przeprowadza na Ziemi, lecz na wiele milionów większą skalę, są odpowiedzialne za gwiazdy, zwane supernowymi, których jasności nagle wzrastają setki tysięcy razy.

Teoria łańcuchowej syntezy jądrowej wyjaśnia wybuch supernowej, o czym donosi Amerykańskiemu Instytutowi Fizyki dr Michał Gryziński z Instytutu Badań Jądrowych Polskiej Akademii Nauk w Warszawie. Sugeruje on, że warunki sprzyjające dla powstania wysokiej koncentracji helu trzy, materiału syntezy jądrowej, istnieją tylko w przypadku gwiazd o względnie małej masie.

Hel trzy powstaje w wodorowym cyklu paliwowym poprzez łączenie się protonów. Jeżeli temperatura gwiazdy nie przekracza pięciu milionów stopni, to w ciągu około pięciu bilionów lat może wytworzyć się dostateczna ilość helu, tak, że jego gęstość może osiągnąć wartość krytyczną, przy której może się rozwinąć łańcuchowa reakcja syntezy jądrowej.

Ponieważ energia jądrowa wytwarzana przy wybuchu jest znacznie większa od energii potencjalnej gwiazdy, gwiazda ulega całkowitemu zniszczeniu, pisze na łamach Physical Review (1 wrzesień 1959) dr Gryziński.





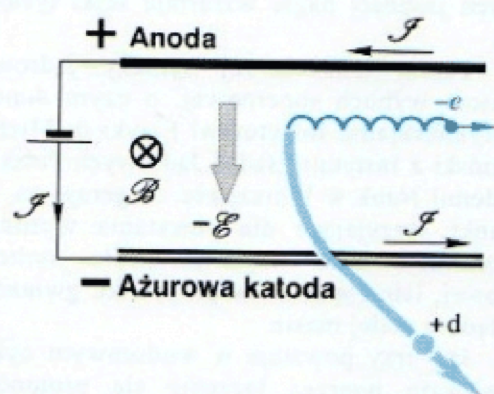
Rys.1. Zdjęcie po lewej mgławica Kraba – pozostałość po gwieździe, która eksplodowała w 1054 roku naszej ery. Zdjęcie po prawej przedstawia supernową drugiego rodzaju, kiedy to w wyniku eksplozji zewnętrzne warstwy materii zostają wyrzucane w przestrzeń kosmiczną. Są podstawy, aby sądzić, że wyrzucona w przestrzeń materia ulega kondensacji i pozostaje układ planetarny podobny do naszego. O ogromie wyzwalanej energii może świadczyć fakt, że wybuch gwiazdy supernowej w naszej części galaktyki, to koniec życia biologicznego na Ziemi. W świetle takich faktów, bledną nasze ziemskie problemy. Gdyby światowe elity były świadome naszej zależności od Natury, dziś nasza cywilizacja nie przeżywałaby kryzysu.

Informacja dla specjalistów. Reakcja syntezy dwu jąder helu trzy:

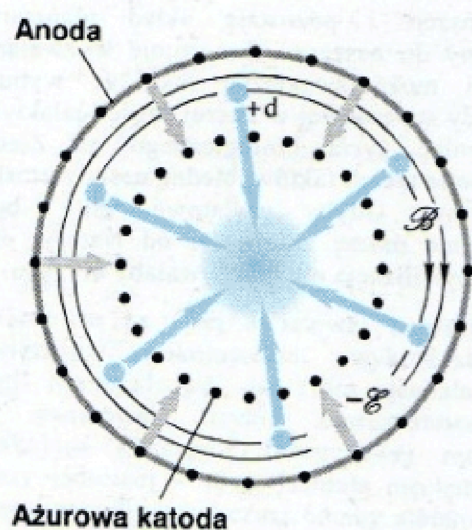


$$He^3 + He^3 \rightarrow He^+ + 2p + 14.6\ \text{MeV}\,.$$

Przy wielkich gęstościach materii, rzędu 1 do 10 kg na 1 cm^3, gaz elektronowy jest całkowicie zdegenerowany. W takich warunkach, straty energii na zderzenia z elektronami szybkich protonów, będących produktem reakcji pomiędzy dwoma jądrami He^3, są znikome i ich wyhamowanie w gęstym elektronowo-jądrowym pochodzi głównie od zderzeń z jądrami. Reakcja syntezy może się powielać, gdyż przy zderzeniu czołowym (prawie czołowym) protonu z jądrem He^3 energia odrzutu może wynosić nawet kilka MeV i współczynnik multiplikacji może osiągnąć krytyczną wartość równą jedności.



Istota, wymyślonej przeze mnie w 1959 roku, prostej, ale skutecznej metody przyspieszania jonów w zjonizowanym gazie. Płynący wzdłuż elektrod prąd I wytwarza pole magnetyczne B, które „zamraża" lekkie elektrony, a nie ma większego wpływu na ruch znacznie cięższych jonów. Te, po przyspieszeniu polem elektrycznym E, mogą poprzez ażurową katodę swobodnie opuścić obszar pola.



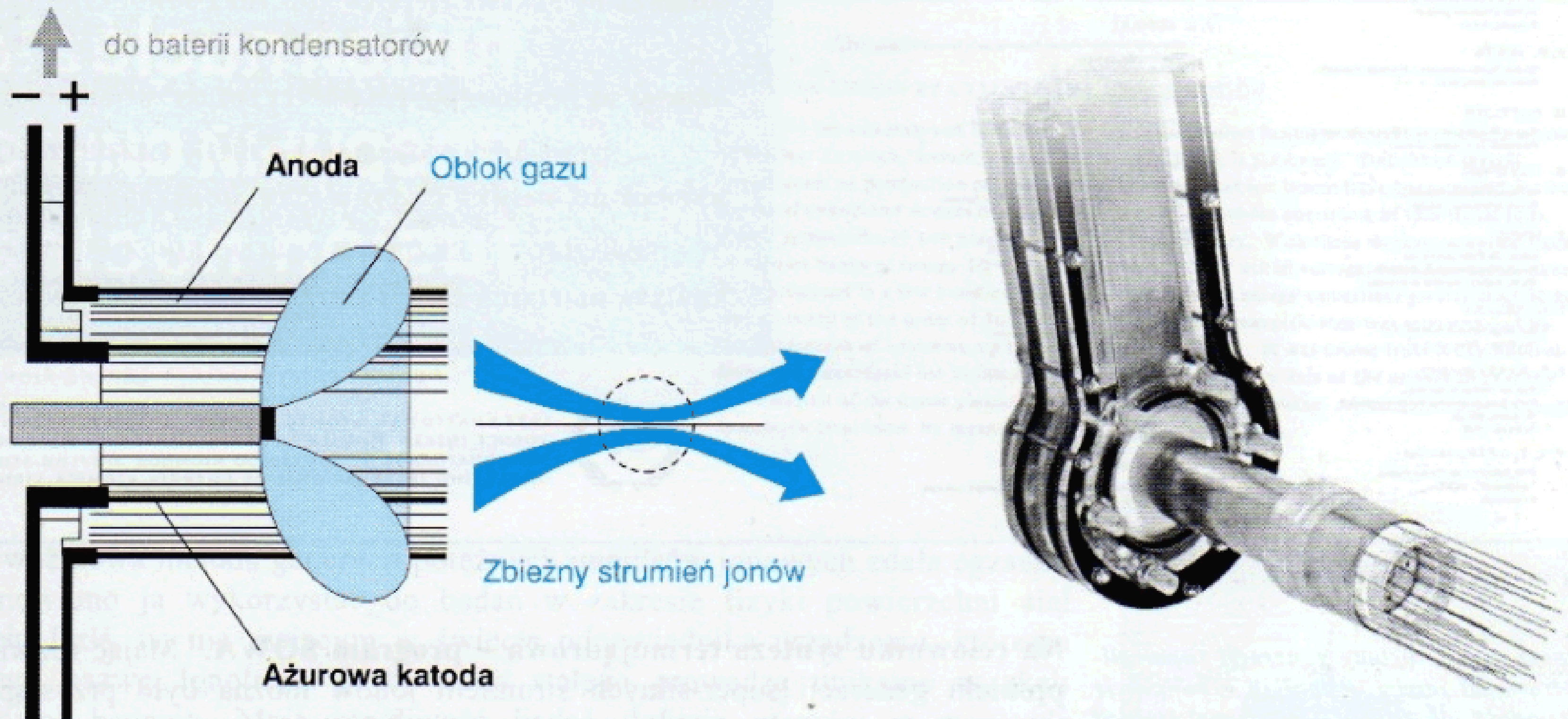
Uzupełnieniem takiego selektywnego mechanizmu przyspieszania cząstek naładowanych w skrzyżowanych polach: elektrycznym i magnetycznym była podana przeze mnie metoda inercjalnego ogniskowania pozwalająca otrzymywać strumienie jonów o wielkiej gęstości i gigantycznej mocy (rzędu tysięcy MW).

Jedną nogą w eksperymencie. Zgodnie ze swoimi wyobrażeniami o moim przeznaczeniu, pracę naukową zacząłem jako eksperymentator, będąc jeszcze studentem, w katedrze Chemii Jądrowej Uniwersytetu Warszawskiego u profesora Ignacego Złotowskiego. W 1955 roku, po wybuchu pierwszej bomby termojądrowej na atolu Bikini, kiedy zaistniał fascynujący problem ujarzmienia tej energii, zgłosiłem się do Profesora Andrzeja Sołtana, dyrektora nowo powołanego do życia Instytutu Badań Jądrowych, ze swoim pomysłem rozwiązania problemu, który zacząłem realizować będąc jeszcze asystentem u profesora I.Złotowskiego. Zaskoczenie Profesora moim zamiarem było na tyle duże, że jednemu z moich starszych kolegów pracujących już w Instytucie wyraził swoje zaniepokojenie o stan mojej głowy. Jakoś jednak obiekcje musiały zostać rozwiane, skoro dostałem pokój obok pokoju Profesora, a On sam niebawem stał się zapalonym zwolennikiem nowego kierunku badań. I tak to w 1956 roku zostały zapoczątkowane w Polsce badania w zakresie kontrolowanej syntezy termojądrowej.

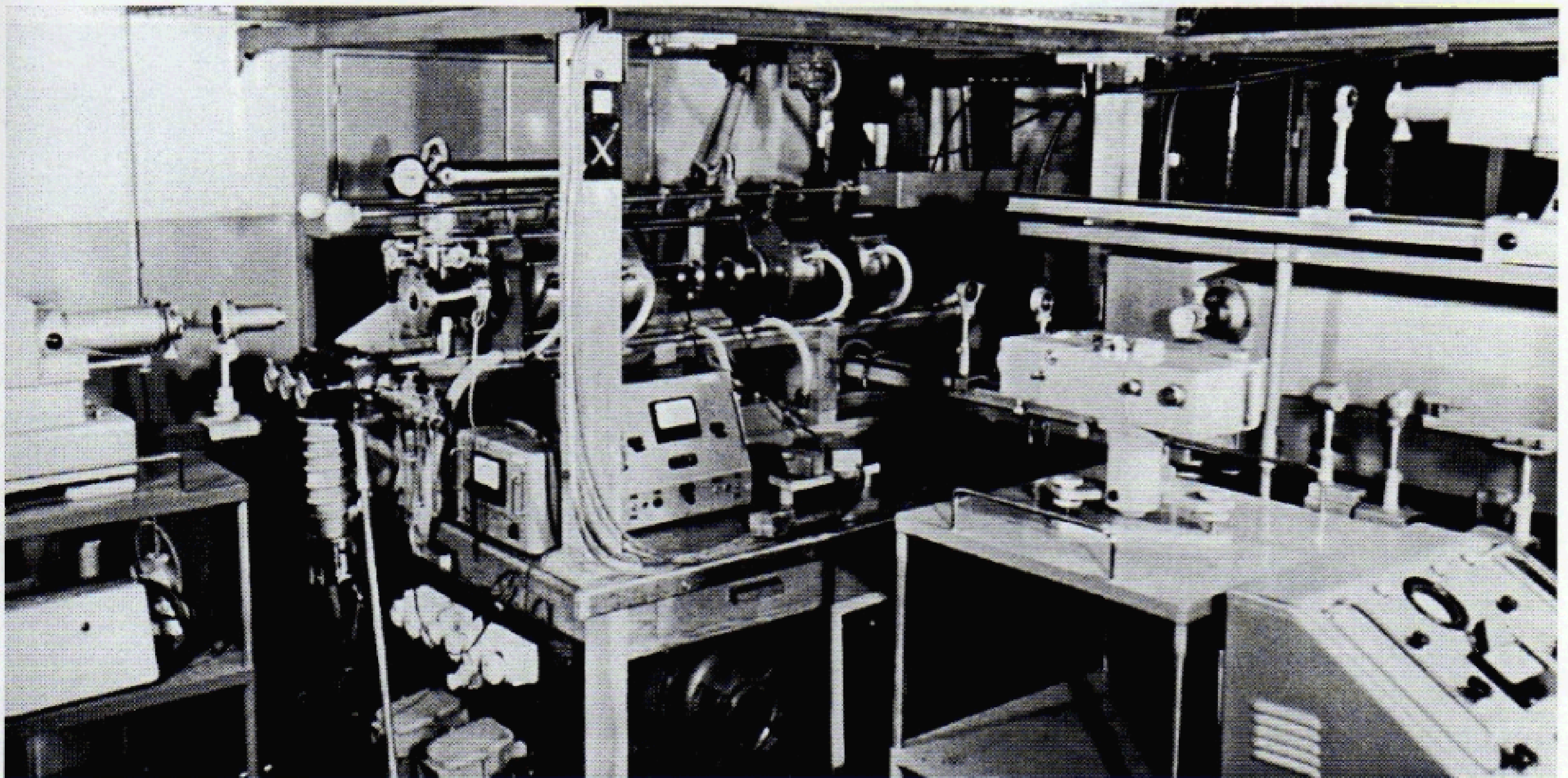
Magnetyczne cugle dla rozbrykanych elektronów. Ponieważ uprzedzenie do chaosu i przypadkowości wyniesione ze studiów nad kwantowo-mechanicznym widzeniem świata tkwiło we mnie głęboko, to i podjęty przeze mnie program badań termojądrowych opierał się na koncepcji uporządkowanego ruchu naładowanych cząstek zjonizowanego gazu – co oczywiście było w rażącej sprzeczności z powszechnym przekonaniem, że kluczem do rozwiązania problemu kontrolowanej syntezy termojądrowej jest całkowity chaos cząstek plazmy. Na to, że mam rację, miałem pewne argumenty wywodzące się z opublikowanej w 1958 roku pracy w Physical Review na temat hamowania cząstek naładowanych. Był jedynie kłopot w tym, że niezbędne do osiągnięcia postawionego przeze mnie celu, potrzebne były strumienie jonów o intensywności sięgającej setek milionów amperów, a ówczesna technika eksperymentalna z wielkim trudem pozwalała uzyskiwać strumienie rzędu ułamka ampera. Projekt wydawał się, więc być całkowicie niedorzeczny, gdyby nie tkwił w nim prosty w istocie rzeczy pomysł, który się zrodził na bazie funkcjonowania radiotechnicznego urządzenia: magnetronu. Idea zasadzała się na wykorzystaniu tego faktu, że pole magnetyczne znacznie silniej wpływa na ruch lekkich elektronów niż na ruch ciężkich jonów. Można, więc, rozumowałem, za pomocą pola magnetycznego wyeliminować prawie całkowicie przewodnictwo elektronowe – niekorzystne z punktu widzenia efektywnego przyspieszania w polu elektrycznym ciężkich jonów. ***Tak to powstała koncepcja urządzenia, które amerykanie nazwali później diodą jonową*** Moja „dioda jonowa", która miała generować strumienie jonów o natężeniu prądu milionów amperów mogła oczywiście pracować jedynie w sposób impulsowy, wykorzystując energię zgromadzoną w wielkich bateriach kondensatorów.

Działo prętowe – prototyp diody jonowej. Idea wykorzystania własnego pola magnetycznego, towarzyszącego wielkiemu władowaniu wielkoprądowego w rozrzedzonym gazie do prawie całkowitego wyeliminowania przewodnictwa elektronowego, skrystalizowała się ostatecznie w 1959 roku. W 1961 roku uruchomiono eksperyment pod kryptonimem N-61 (litera N miała swoje źródło w słowie neutron, jako że emisja neutronów miała świadczyć o skuteczności wytwarzania silnych strumieni jonów – co istotnie miało miejsce z tym, że przyszło na ten moment nieco poczekać). Eksperyment ten łączył ideę selektywnej izolacji magnetycznej z ideą geometrycznego ogniskowania jonów przyspieszanych radialnym polem elektrycznym w wielkoprądowym wyładowaniu pomiędzy cylindrycznymi elektrodami wykonanymi z wolframowych prętów – stąd nazwa: działo prętowe.

Po kilkuletnich zmaganiach z trudnościami technicznymi cały zespół, a trzeba wiedzieć, że stanowili go ludzie całkiem młodzi praktycznie bez żadnego doświadczenia, uporał się ze sprawami wysokiej próżni, wysokich napięć, elektroniki, pomiarów spektroskopowych, pomiarów neutronowych i promieniowania *X*, oraz opanował technikę szybkiego filmowania i wówczas pracownię zaczęły odwiedzać liczne wycieczki (Prof. Blackett, po zobaczeniu tego wszystkiego, cały zespół chciał zabrać do Anglii !). Poniżej fragmenty tego, co można było u nas wtedy zobaczyć.



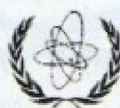
Rys.2. Pierwszy etap podjętych w 1959 roku badań nad kontrolowaną syntezą jądrową: na lewo – koncepcja urządzenia do wytwarzania silnych zbieżnych strumieni jonów (tak zwane działo prętowe); na prawo – fotografia pierwszego działa prętowego, punkt wyjścia dla programu SOWA.



Rys.3. Fotografia układu eksperymentalnego – N61, uruchomionego w 1961 roku. Na tym to urządzeniu wykazano słuszność koncepcji selektywnej izolacji magnetycznej i geometrycznego ogniskowania. W części centralnej widoczna jest komora próżniowa, wewnątrz której znajduje się działo prętowe zasilane z położonej nad komorą baterii kondensatorów wysokonapięciowych (szczytowa wartość prądu uzyskiwanego z baterii kondensatorów pracujących przy napięciu 40 tysięcy wolt, to około 2 miliony amperów). Na zewnętrz komory próżniowej znajdują się cewki wytwarzające dodatkowe pole magnetyczne, sterujące wyładowaniem pomiędzy dwoma wieńcami prętowych elektrod.

Konsekwentnie prowadzone badania przynosiły rezultaty. Niewątpliwym tego dowodem może być moja obecność w zespole redakcyjnym NUCLEAR FUSION – wiodącego czasopisma naukowego wydawanego do dziś pod auspicjami międzynarodowej agencji atomowe w Wiedniu.

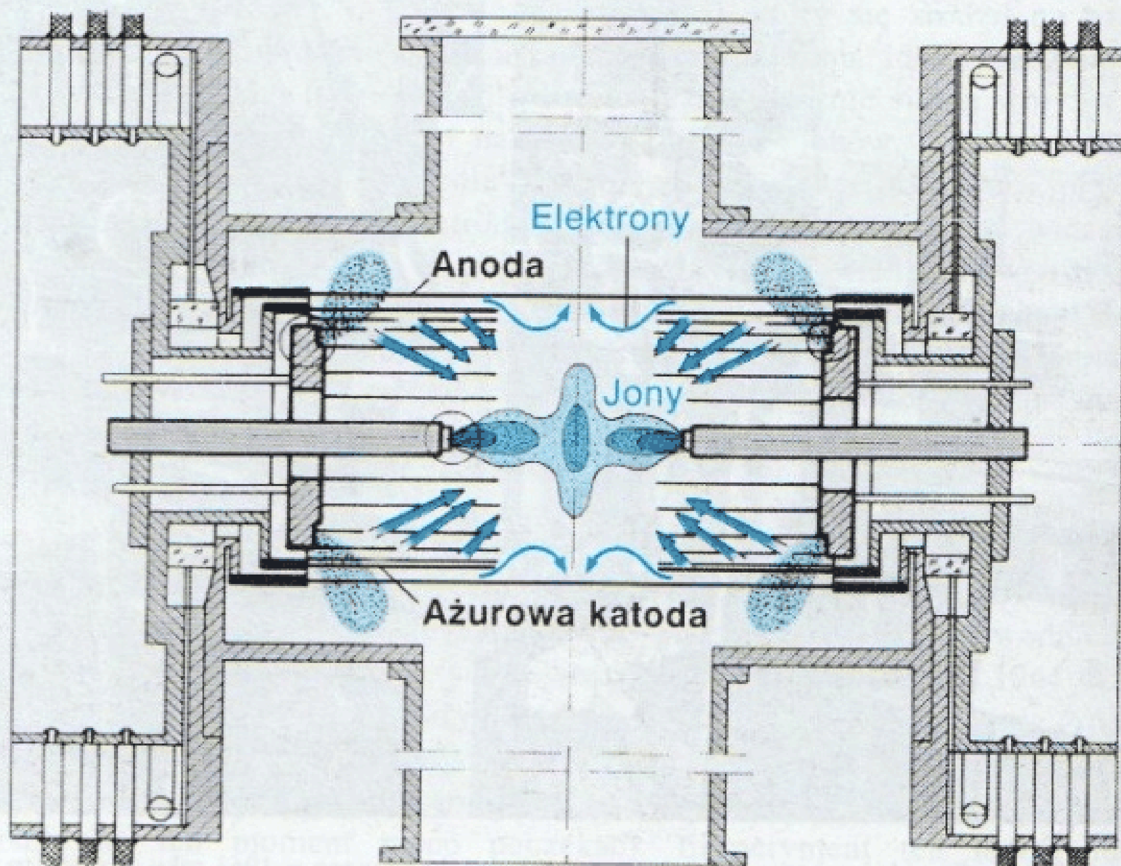
nuclear fusion
JOURNAL OF PLASMA PHYSICS AND THERMONUCLEAR FUSION
fusion nucléaire
JOURNAL DE PHYSIQUE DES PLASMAS ET FUSION THERMONUCLEAIRE
ядерный синтез
ЖУРНАЛ ПО ФИЗИКЕ ПЛАЗМЫ И ТЕРМОЯДЕРНОМУ СИНТЕЗУ
fusión nuclear
REVISTA DE FISICA DEL PLASMA Y FUSION TERMONUCLEAR



INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, VIENNA, 1975
AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE ATOMIQUE, VIENNE, 1975
МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ВЕНА, 1975
ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, VIENA, 1975

Koncepcja nowej metody generacji super silnych strumieni jonów w oparciu o koncepcję wykorzystania tak zwanej selektywnej izolacji magnetycznej potwierdziła się – i to na ładnych parę lat zanim w amerykańskich Sandia-Laboratories stała się podstawą ogromnego programu badawczego z zakresu kontrolowanej syntezy t termojądrowej i elementem "gwiezdnych wojen" (pierwsze prace amerykańskie nad generacją silnych strumieni jonów z wykorzystaniem koncepcji izolacji magnetycznej to lata 1975-1976, a amerykańska tak zwana dioda jonowa, duma całego ogromnego amerykańskiego programu badawczego najpierw w Sandia Laboratories, a potem w Cornell University, to nic innego jak nasze "działo prętowe" skonstruowane w latach 1959-1961 !)

Na celowniku synteza termojądrowa – program SOWA. Mając rozwiązany problem generacji super-silnych strumieni jonów można było przystąpić do realizacji następnego punktu programu, jakim było osiągnięcie progu pozytywnego bilansu energetycznego. Przystąpiono do kompleksowej realizacji programu SOWA (**S**ynteza termojądr**OWA**). Zbudowano kilka urządzeń – jedno z nich pokazuje zamieszczone na stronie następnej zdjęcie.



Rys.4. Idea eksperymentu SOWA.Ześrodkowany strumień deuteronów, o chwilowej mocy kilku tysięcy megawatów, bombarduje wytworzony w centrum urządzenia wodorowy obłok gazu. Wywołana tym strumieniem implozja powinna doprowadzić do tak silnego zagęszczenia materii, że energia jądrowa wyzwalana w reakcji $D + D \rightarrow He^3(T) + n(p)$ powinna przekroczyć ilość energii dostarczanej do urządzenia.

Po raz pierwszy w sposób całościowy wyniki naszych oryginalnych prac nad kontrolowaną syntezą jądrową zostały przedstawione w 1977 roku na konferencji w Innsbrucku, znajdując uznanie na świecie.

"PLASMA PHYSICS AND CONTROLLED NUCLEAR FUSION RESEARCH 1978"

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY
VIENNA, 1979

NUCLEAR FUSION BY CYLINDRICAL ION IMPLOSION

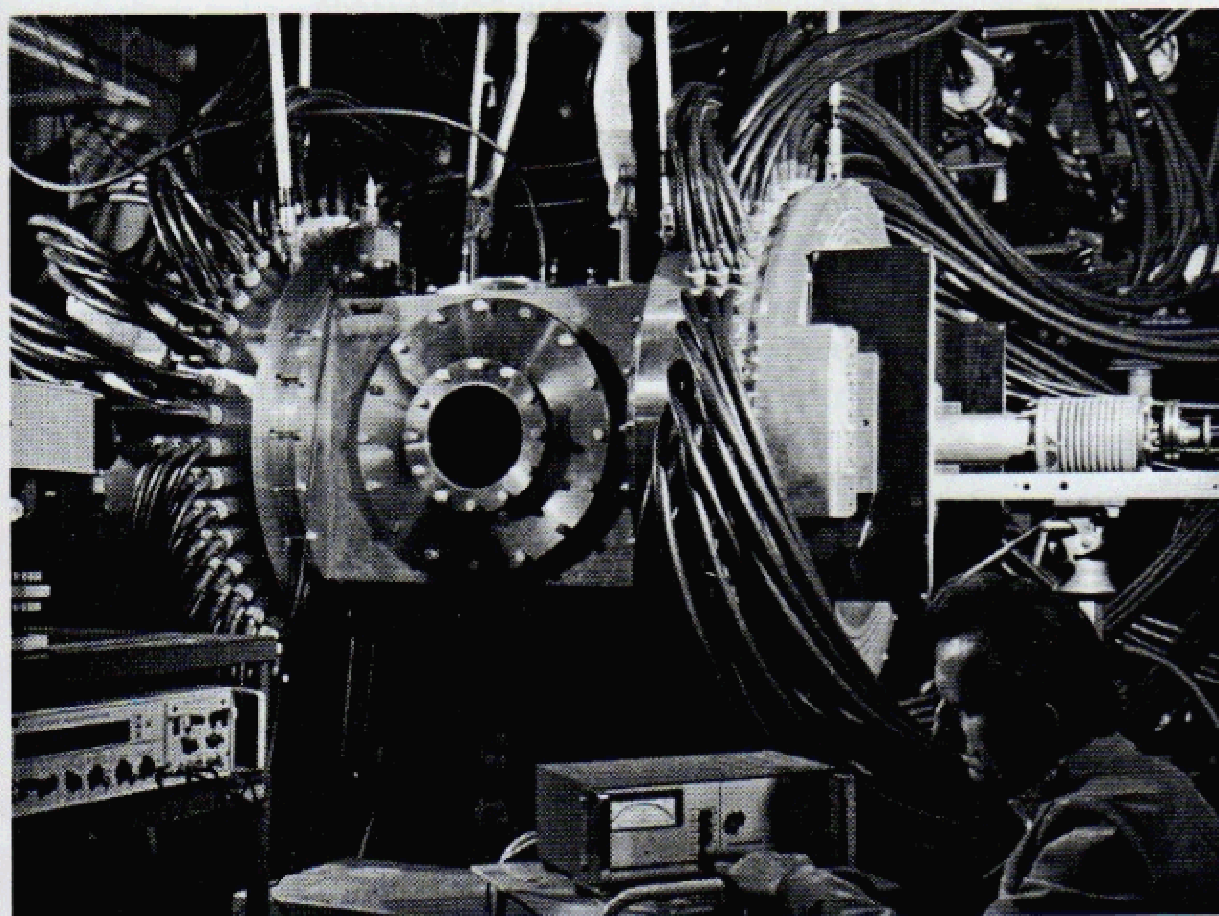
M. GRYZIŃSKI, J. APPELT, J. BARANOWSKI, M. BIELIK, E. GÓRSKI, A. HORODEŃSKI, L. JAKUBOWSKI, A. JERZYKIEWICZ, J. KURZYNA, J. LANGNER, B. LIPIŃSKI, K. MELZACKI, Z. NAWROCKI, J. NOWIKOWSKI, M. SADOWSKI, E. SKŁADNIK-SADOWSKA, J. STANISŁAWSKI, K. SUDLITZ
Institute of Nuclear Research,
Otwock-Świerk,
Poland

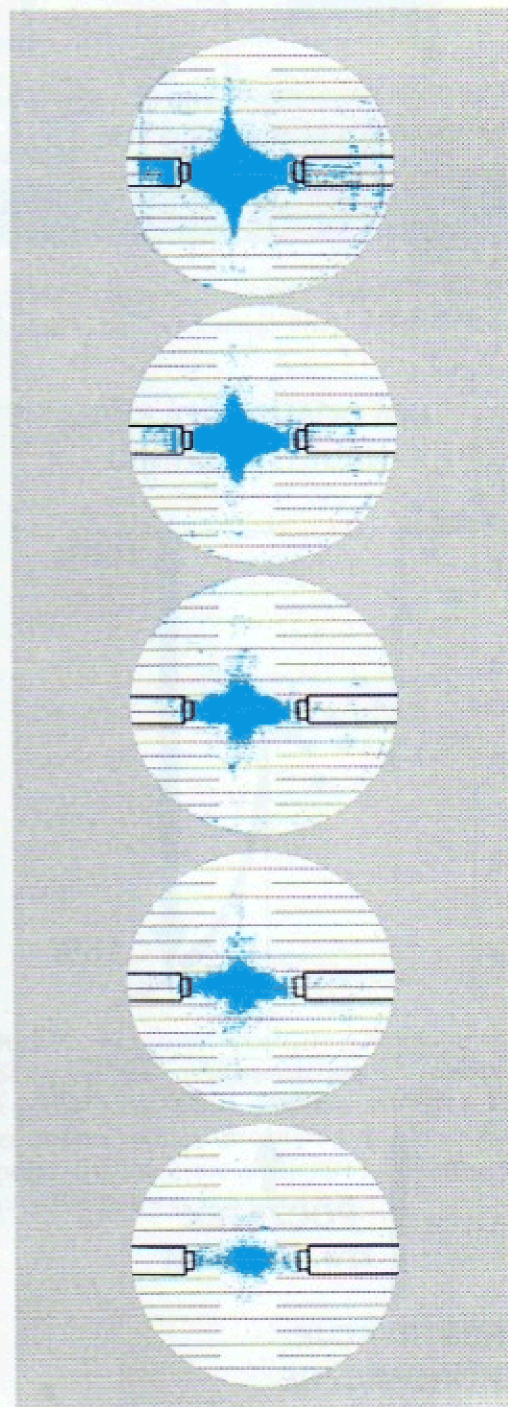
Abstract

NUCLEAR FUSION BY CYLINDRICAL ION IMPLOSION.

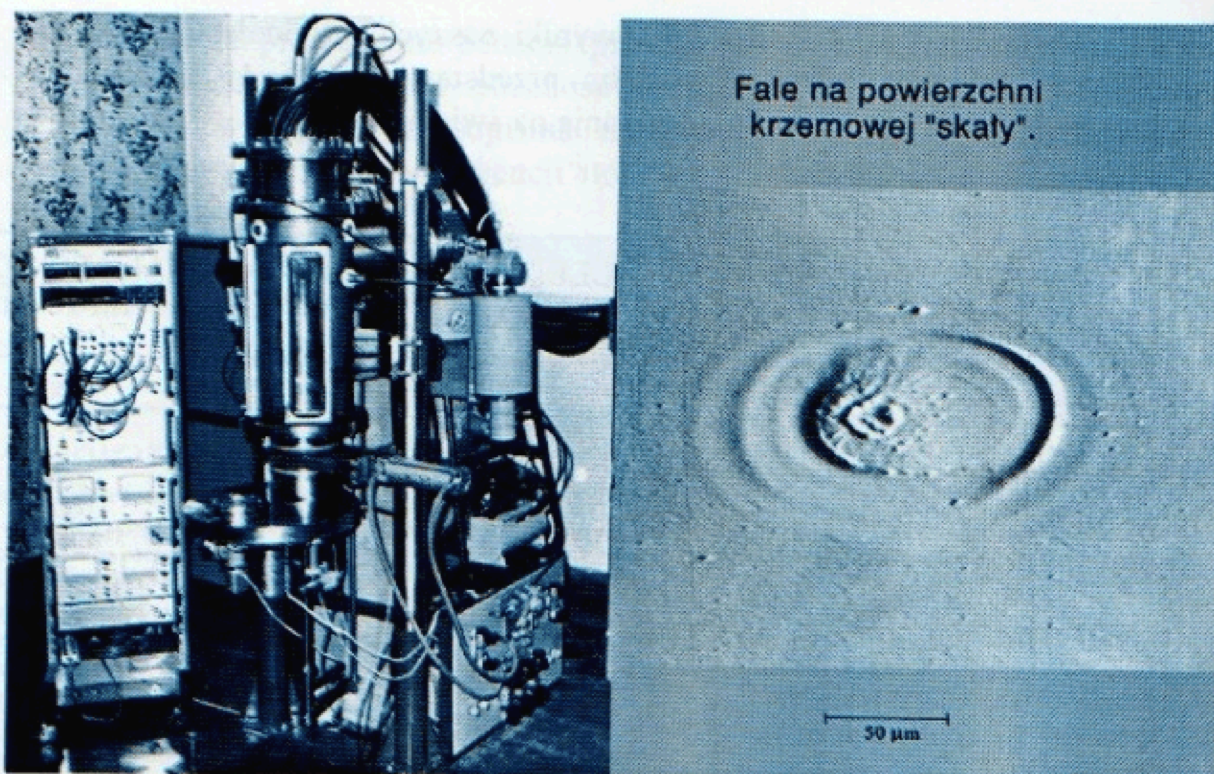
The present status of investigations on ion-implosion fusion undertaken at the Institute of Nuclear Research, Świerk, Poland, in the early 1960s is presented. Since then several experiments on production of intense radially convergent ion beams have been carried out by means of cylindrical devices equipped with coaxial electrodes consisting of thin metal rods, placed symmetrically and parallel to the axis of symmetry. With these devices, supplied from condenser banks of energy 10 – 20 kJ operated at 30 kV initial voltage, deuteron beams have been produced in a few hundred nanosecond pulses with energy sometimes greater than 30 keV and intensity of the order of 10 kA. The production of energetic ions was accompanied by the production of neutrons, up to 5×10^8 n per discharge. It was found from X-ray observations that convergent ion beams are focused on the symmetry axis of the system so that the cross-section of the dense plasma is several millimetres in diameter. Investigations on a complete symmetric implosion by means of a 150-kJ device have begun.

Ponieważ nowa metoda generacji potężnych impulsów jonowych zdała egzamin postanowiono ją wykorzystać do badań w zakresie fizyki powierzchni ciał stałych. Dziś, na nie mającym w świecie odpowiednika urządzeniu, któremu nadałem nazwę Jonotron, fizycy ciała stałego prowadzą unikalne w skali światowej badania. Mają możliwość badać dyfuzję atomów w warstwie powierzchniowej ciała stałego, kiedy to zbombardowana strumieniem jonów o gigantycznej mocy powierzchnia znajduje się w płynnej fazie.





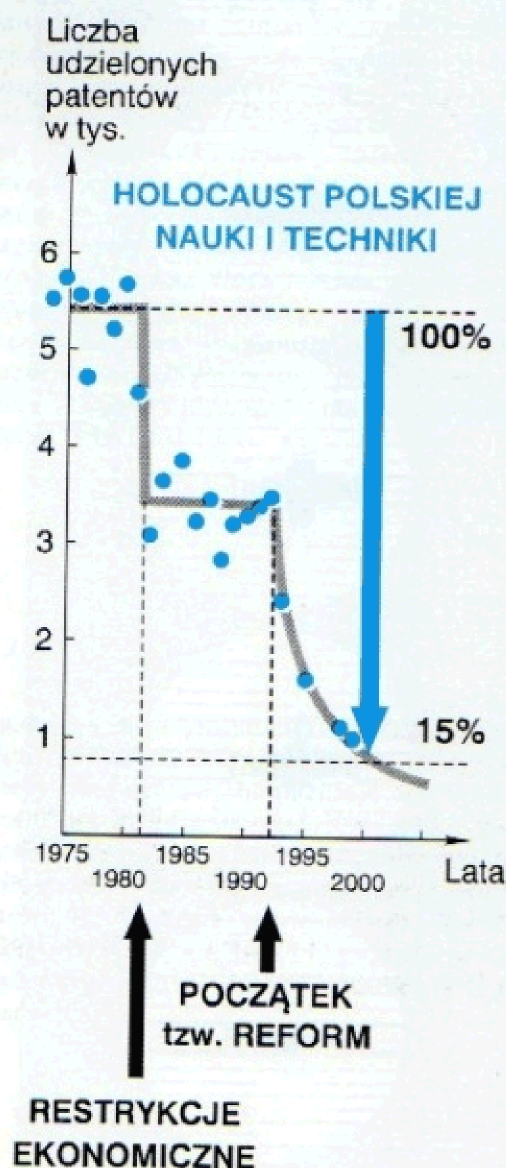
Rys.5. Zdjęcie układu badawczego SOWA-150 zbudowanego w moim Zakładzie w IBJ. Widoczna jest komora próżniowa, we wnętrzu której znajdują się dwa cylindryczne wieńce ażurowych elektrod połączonych poprzez system wysokonapięciowych kabli z baterią kondensatorów. Obok seria zdjęć, wykonanych za pomocą ultraszybkiej kamery filmowej (około dwa miliony zdjęć na sekundę) ukazujących implozję, znajdującego się w części centralnej, obłoku gazu (patrz rysunek 4).



Rys.6. Zdjęcie Jonotronu SW-30 i mikrofotografia zastygłej fali, rozchodzącej się w cienkiej powierzchniowej warstwie krzemu, roztopionej krótkim i niezwykle silnym strumieniem jonów. Fala została wywołana uderzeniem mikrocząstki w momencie, kiedy powierzchnia krzemu była w stanie płynnym. Aby w milionowych częściach sekundy móc doprowadzić do stanu płynnego powierzchnię krzemu, trzeba dysponować strumieniami jonów o chwilowej mocy takiej, jaką dysponuje wielka elektrownia. Takie właśnie strumienie, o chwilowej mocy wielu tysięcy megawatów, uzyskuje się za pomocą wymyślonego i zbudowanego w laboratoriach IBJ w Świerku, Jonotronu.

§6. NIEWIDZIALNA RĘKA

Widzialne skutki działania niewidzialnej ręki

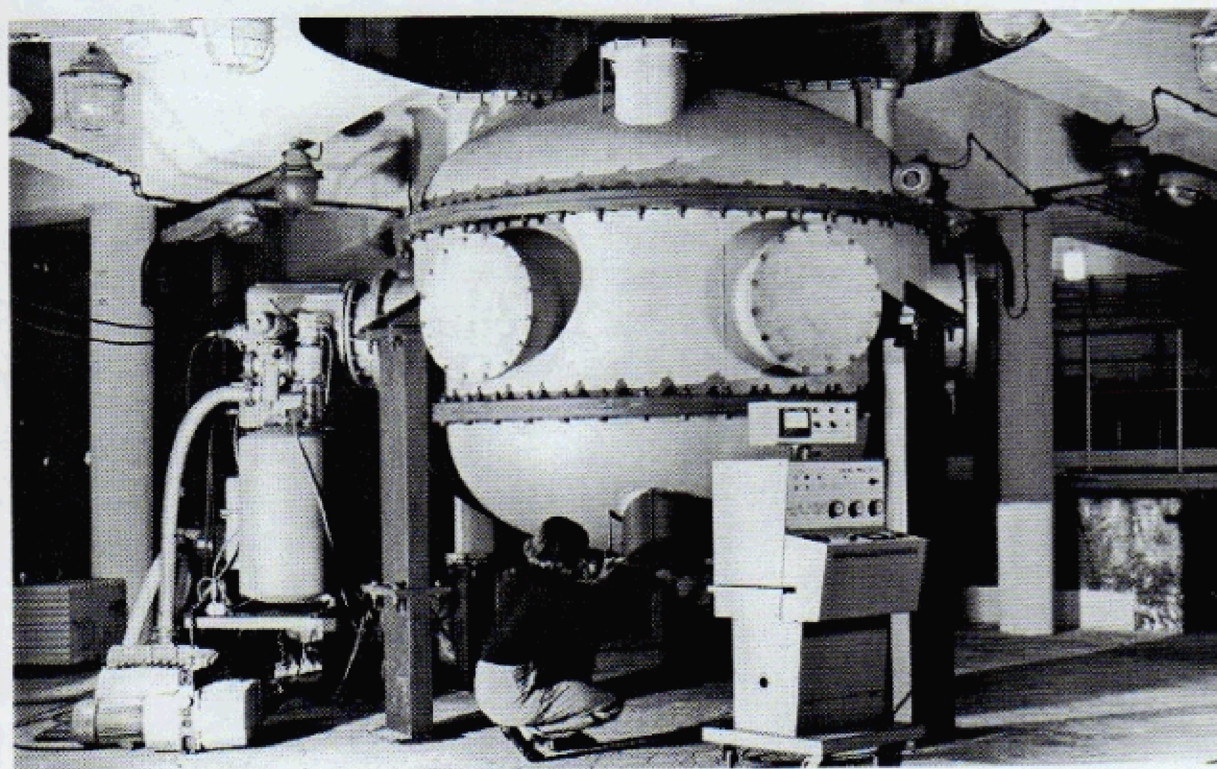


Nieoczekiwany koniec. Po pomyślnym zakończeniu pierwszego etapu badań, pod koniec lat siedemdziesiątych przystąpiłem do realizacji programu SOWA-4000, którego założeniem było osiągnięcie, mówiąc żargonem fizyków, warunków zapłonu reakcji termojądrowej. Zmodernizowaliśmy eksperyment SOWA-150, powiększając energię zespołu kondensatorów zasilających do 400 kJ (stąd nazwa zmodernizowanego eksperymentu SOWA-400), które stało się urządzeniem pilotującym dla eksperymentu SOWA-4000.

Niestety nie dane mi było doprowadzić do końca, nie mającego odpowiednika w całym Świecie, programu badawczego, którego pierwszy etap, wbrew przewidywaniom wielu uczonych sceptyków, zakończył się sukcesem. „Niewidzialna ręka" zniszczyła to, co przez wiele dziesiątków lat udało mi się wraz z moimi kolegami zbudować i co mogło, o czym w dalszym ciągu jestem przekonany, doprowadzić do rozwiązania problemu wyzwalania energii jądrowej w procesie syntezy lekkich pierwiastków. Dziś, po dziesięciu latach „reformowania" Państwa, stworzony przeze mnie zespół, który na froncie największych wyzwań naukowo-technicznych współczesnej nauki był w stanie konkurować z największymi potęgami, nie istnieje. Nie istnieje zespół, który potrafił zrealizować jeden z największych w historii polskiej nauki kontraktów. Zbudowane przez Zakład Badań Termojądrowych IBJ stanowisko badawcze z zakresu kontrolowanej syntezy termojądrowej zostało sprzedane za granicę w okresie, kiedy dolar był w cenie, za 1 milion 200 tysięcy dolarów (ekwiwalent wyeksportowania 30 tysięcy ton węgla). Dziś nasi naukowcy żebrzą w Brukseli o kilkanaście tysięcy Euro u bezmyślnych realizatorów globalnej strategii.

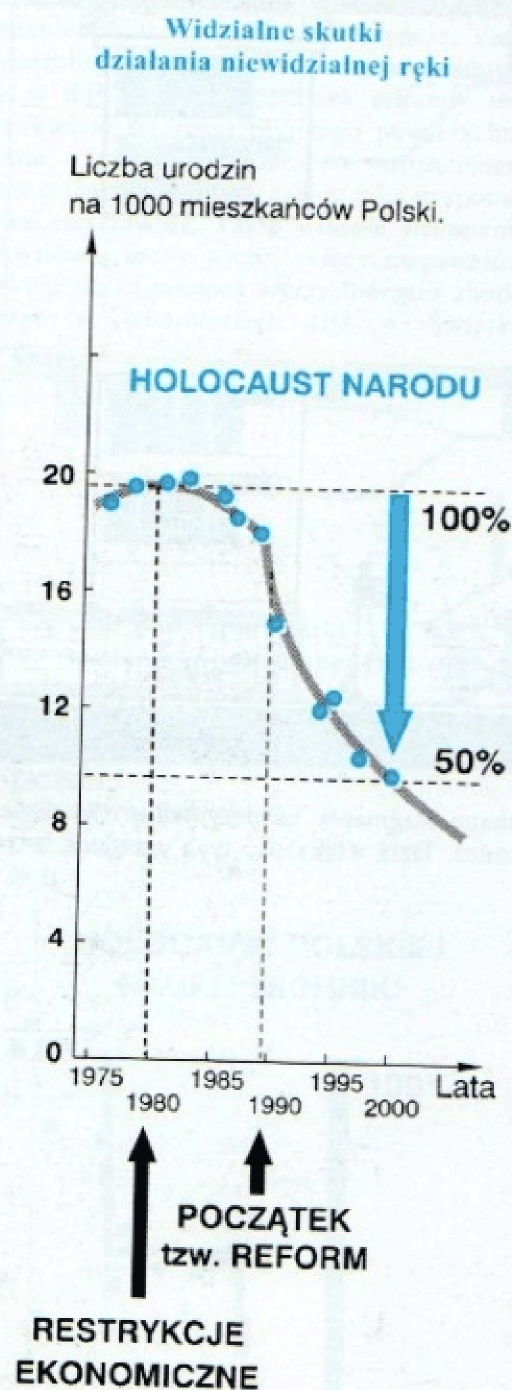
Na moim zespole, jak i zresztą na całej polskiej kadrze naukowo-technicznej, niewidzialna ręka dokonała holocaustu. Ale nie powinienem narzekać na los, bo aczkolwiek urządzenia, które mogły dać nam pierwszeństwo w tym naukowym wyścigu są dziś już właściwie złomem, to ja jednak żyję i mogłem, być może dzięki temu, zakończyć inne wielkie przedsięwzięcie naukowe, o czym mówiłem na poprzednich stronach tej książki.

Rys.7. Hala eksperymentu SOWA-4000 – stan z roku 1990. Kolorem niebieskim zaznaczono wykonane fragmenty eksperymentu. Opracowanie technologiczne podzespołów eksperymentu trwało około 10 lat i było w zasadzie doprowadzone do końca. Dziś większość tych urządzeń to sterta złomu, a świetna wysoko kwalifikowana kadra uległa rozproszeniu.



Rys.8. Fragment komory eksperymentalnej SOWA-4000 wykonana przez zakłady w Świebodzinie (dziś już nie istnieją) wraz z zespołem pomp próżniowych dostarczonych przez (również nie istniejące) Zakłady Aparatury Próżniowej w Koszalinie.

Nauka a państwo. Dziś, z perspektywy kilkudziesięciu przeżytych lat, mam podstawy sądzić, że żyję dzięki ręce opatrzności. Być może to ręka opatrzności, a nie ja, podjęła za mnie decyzję o nie przystąpieniu do polskiego programu skonstruowania bomby neutronowej podjętego przez nieprzeciętnego człowieka i naukowca, profesora i generała, Sylwestra Kaliskiego. Ten był już bliski sukcesu, kiedy zginął w wypadku samochodowym. A ja przestrzegałem, że realizacja tego programu jest przedsięwzięciem skazanym na niepowodzenie, nie dlatego, że nie potrafimy tego zrobić, bo zrobić potrafimy, jako że świetny zespół polskich naukowców i posiadane warunki techniczne to umożliwiały, ale jest to niemożliwe ze względu, tak na głęboką penetrację naszej nauki i techniki przez obce służby wywiadowcze: KGB, CIA, STASI czy MOSSAD, jak i brak uzgodnienia z „wielkim bratem". A to, że zainteresowanie tym, co w Polsce robi się w zakresie kontrolowanej syntezy termojądrowej było wielkie, nie mam żadnych wątpliwości – wszak *potencjał naukowo badawczy, jakim dysponował Instytut Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy stworzony przez Profesora Sylwestra Kaliskiego i potencjał stworzonego przeze mnie Zakładu Badań Termojądrowych w Instytucie Badań Jądrowych w Świerku, oraz oryginalna myśl naukowo-techniczna tkwiąca w naszych programach, stawiały nasz Kraj w światowej czołówce.*



Potencjał ten pozwalał na zaatakowanie wielu ważnych zagadnień techniki. A więc, można było podjąć się budowy litotrypsera – urządzenia generującego za pomocą wyładowania elektrycznego, zbieżną falę akustyczną pozwalającą kruszyć kamienie nerkowe (w razie potrzeby można by się pokusić o wygenerowanie w wodzie zbieżnej fali akustycznej – kumulacyjnego pocisku mogącego z łatwością zniszczyć największą nawet łódź podwodną). Można byłoby zaatakować tajemnice magnetohydrodynamicznego dynamo, jakim jest tornado, siejącego spustoszenie na znacznych obszarach naszego globu (ale oczywiście można by również spróbować skonstruować magnetyczne hydrodynamo, takie UFO, zdolne zniszczyć niewidzialny samolot). Byliśmy w stanie, wykorzystując strumienie jonów wyrzucanych przez nasze zminiaturyzowane Jonotrony umieszczone na satelitach, podjąć badania okołoziemskiej magnetosfery (ale oczywiście można by również podjąć się, w ramach programu gwiezdnych wojen, budowy urządzeń miotających strumienie plazmy zdolne zniszczyć cały system radiolokacyjny międzykontynentalnej rakiety).

Niestety, ani ten, ani żaden inny poważny program naukowo-techniczny realizowany już być nie może, a nie może być realizowany, bo Państwo już nie istnieje. No, bo jakże tu mówić o Państwie, jeżeli rząd nie ma pieniędzy: na naukę i technikę, na szkolnictwo i kulturę, na zdrowie i na wojsko, dla nauczycieli i pielęgniarek, nie może zapewnić pracy, ani wykształconemu inżynierowi, ani prostemu robotnikowi w mieście i zwykłemu chłopu na wsi. Jeżeli rząd nie może uporać się z bandytyzmem (jawnym i ukrytym, eliminującym najwartościowszy element narodu), nie potrafi walczyć skutecznie z korupcją, narkomanią i pornografią, to znaczy, że Państwo nie istnieje.

Z kukułczego jaja, podrzuconego do mojego gniazda nad Wisłą i Odrą, wykluła się podstępna, zbrodnicza agresja. Nie wątpię, że agresor, tak, jak to bywało dotychczas, mimo chwilowych sukcesów, poniesie ostatecznie porażkę i zostanie z mego Kraju przepędzony.

DZIĘKUJĘ !

Mija 45 lat od czasu, kiedy zgłosiłem się do profesora Andrzeja Sołtana, ówczesnego Dyrektora Instytutu Badań Jądrowych, wyrażając chęć zaatakowania jednego z największych wyzwań nauki i techniki. W ciągu tego czasu dane mi było współpracować i spotykać się z wielu wspaniałymi ludźmi (aczkolwiek los postawił na mej drodze również pazerność, fałsz i obłudę). Jestem im wszystkim wdzięczny za entuzjazm i wspaniałą atmosferę, jaka towarzyszyła naszej pracy. Obok kilka migawek pokazujących postacie z okresu, kiedy była ceniona Nauka a nie pieniądz, a Kraj się rozwijał.



Jedna z wielu oficjalnych wizyt w stworzonym i kierowanym przeze mnie Zakładzie Fizyki Plazmy i Kontrolowanej Syntezy Termojądrowej (FPiKST). Świerk 1976r.

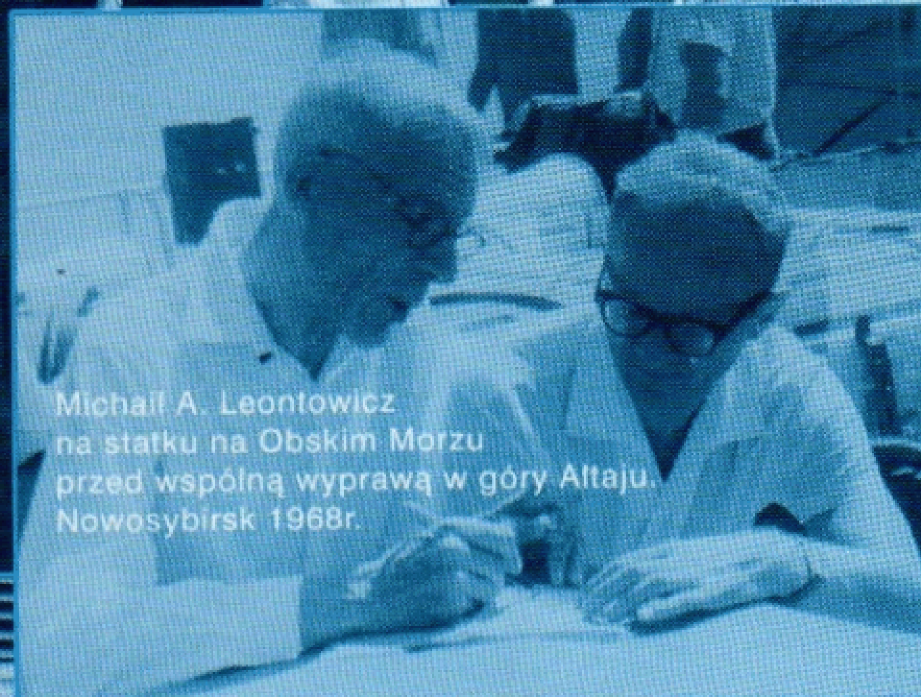
O.N. Krochin, S. Kaliski i N.G. Basov z wizytą w FPiKST. Świerk 1976r.



Lew Arcymowicz w FPiKST. Świerk 1976r.



Zdjęcie "rodzinne" Zakładu FPiKST. Wystawa osiągnięć polskiej nauki i techniki PKiN - Warszawa 1980r.



Michail A. Leontowicz na statku na Obskim Morzu przed wspólną wyprawą w góry Altaju. Nowosybirsk 1968r.

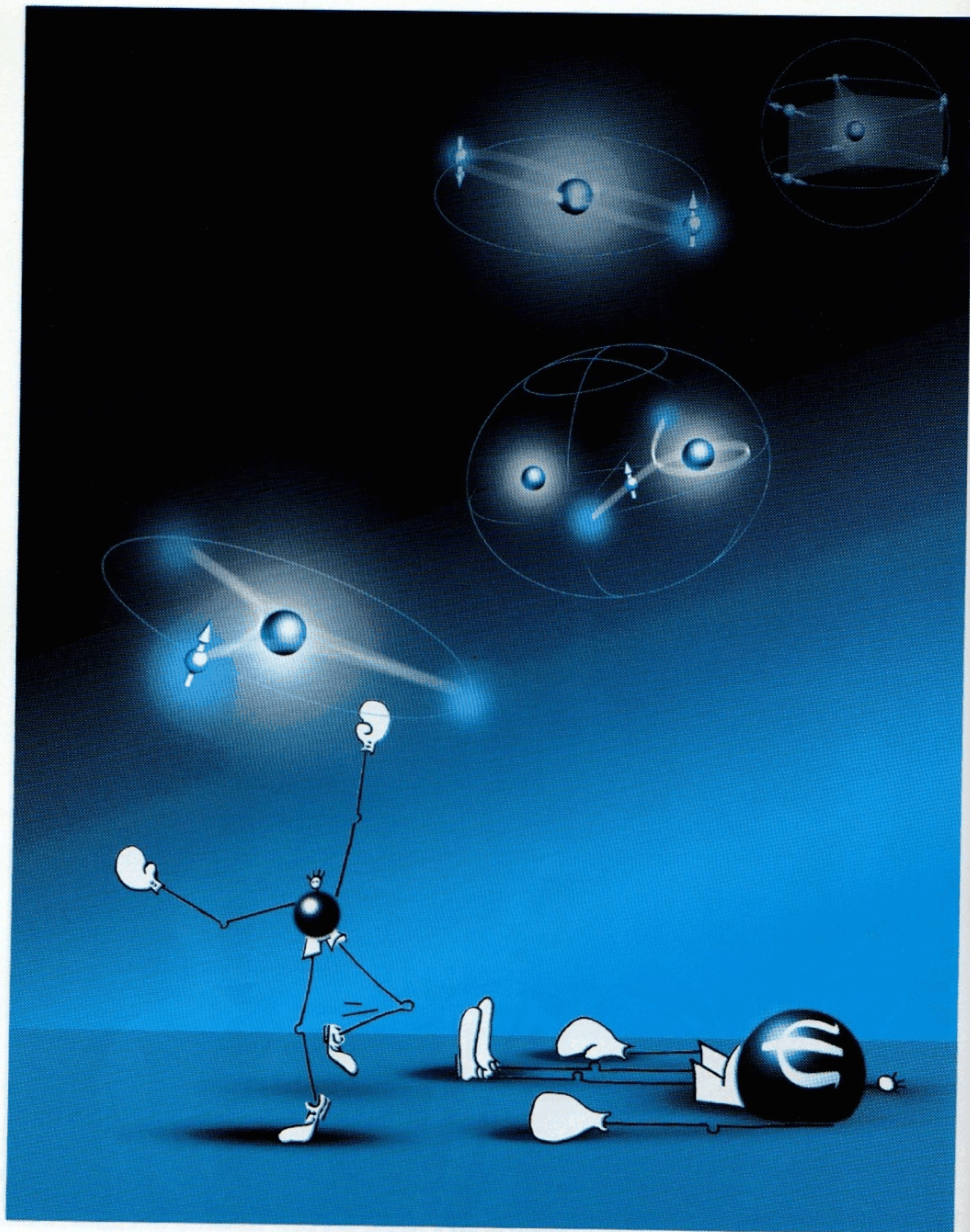


Eugene Rudd z Nebraski. Leningrad 1968r.



Alex Dalgarno z Harwardu, z którym znajomość sięga 1958r. Warszawa, Wilanów 1999r.

Koledzy, z którymi przez wiele długich lat pracowałem i ludzie nauki, z którymi dane mi było się spotykać.



Po walce:
fizyka klasyczna kontra mechanika kwantowa - determinizm kontra indeterminizm.

7. SŁOWO KOŃCOWE

(*Newtona rehabilitować. Bohra zweryfikować. Mechanikę kwantową pogrzebać*)

Do Czytelnika
(*krótko o wynikach poszukiwań zagubionego w początkach ubiegłego stulecia elektronu*)

Zmienić podręczniki !
(*krótko o tym, jak o atomie się mówi, a jak się mówić powinno*)

Co dalej ? Czy kres nauki ?
(*chwila zastanowienia nad sensem istnienia*)

Deprecjacja nauki we współczesnym świecie
(*giganty ludzkiego intelektu a społeczeństwo*)

Człowiek – najwyżej rozwinięta forma samo-organizującej się Natury. W zbiorowisku całego żyjącego świata wyróżnia się tym, że w swoich kontaktach z otoczeniem, które go powołało do życia wyszedł poza ramy prostej walki o byt, a postawił sobie ambitne zadanie znalezienia odpowiedzi na podstawowe pytania dotyczące Natury: jak ? i dlaczego ? W ramach tej książki staraliśmy się znaleźć odpowiedź na niektóre jak ? i dlaczego ? Prawidłowa odpowiedź na pytania dotyczące środowiska, w jakim funkcjonuje człowiek, to możliwość dalszego jego rozwoju. Ale każdy proces zachodzący w przyrodzie ma swój początek i koniec. Nie można dać jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, w którym miejscu tego cyklu znajduje się człowiek. Są niepokojące objawy kryzysu. Działalność poznawcza człowieka umożliwiła mu daleko idącą ingerencję w odwieczne prawa Natury, a etyka mająca panować nad tą ingerencją, wykazuje oznaki degeneracji. Jest sprawą otwartą, czy ludzki intelekt – nowa jakość wyrosła na gruncie gigantycznej, niewyobrażalnej ilości pra-nośnika tego intelektu, jakim jest elektron - potrafi zapobiec katastrofie mającej swe źródła w działalności poznawczej wybitnej jednostki. Miejmy nadzieję, że zgubną tendencję uda się odwrócić i przyszłym pokoleniom będzie dane cieszyć się poszukiwaniem odpowiedzi na wiele dalszych pytań: jak ? i dlaczego ?

DO CZYTELNIKA

Wysoki Sądzie ! Drogi Czytelniku !

No, bo to przecież Ty, w tym momencie, kiedy dobrnąłeś do końca tej książki stajesz się najwyższym Sędzią.

Pomyśl i wydaj wyrok !

A OTO KWINTESENCJA MOICH DOCIEKAŃ

W wyniku przedstawionego materiału dowodowego wnoszę o rewizję wyroku sprzed siedemdziesięciu lat. Wnioskuję o przywrócenie pełnych praw, pozbawionemu niesłusznie przez Mechanikę Kwantową swojej osobowości, elektronowi i całkowitą rehabilitację trójwymiarowego modelu atomu – modelu, w którym elektrony poruszają się po ściśle określonych orbitach.

Wniosek mój opiera się na wielu, dobrze ustalonych w czasie trwania długoletniej rozprawy, faktach. Tu przypomnę jedynie najważniejsze z nich:

- **trójwymiarowy model atomu z symetrycznie rozmieszczonymi wokół jądra elektronami, poruszającymi się synchronicznie po prawie radialnych trajektoriach, jest w zgodzie z tak ogromną liczbę eksperymentów, że jego poprawność nie może budzić wątpliwości,**
- elektron, to nie zwykły pieszy poruszający się równo do przodu, a tancerz przemieszczający się w rytmie walca, który przemierzając szlak wokół jądra wybiera taką drogę, aby była ona w zgodzie z jego obrotami – stąd stany wyróżnione atomu,
- biegający wahadłowo, od jądra do jądra, elektron jest lepiszczem łączącym atomy w większe lub mniejsze budowle będące obiektem badań chemii i fizyki ciała stałego.

Listę dowodów świadczących o tym, że elektron, to w pełni określony twór i dobrze zlokalizowany w przestrzeni obiekt, można by znacznie wydłużyć, ale te przytoczone powyżej, wydają się być wystarczająco mocne, aby można było na tym sprawę zakończyć. Należy może jedynie dodać, że również i sprawa światła została definitywnie załatwiona. **Newton miał rację. Światło to rój dobrze zlokalizowanych w przestrzeni, mających swoją specyfikę, cząstek – fotonów,** które nie znają, tak jak elektrony czy protony, stanu spoczynkowego.

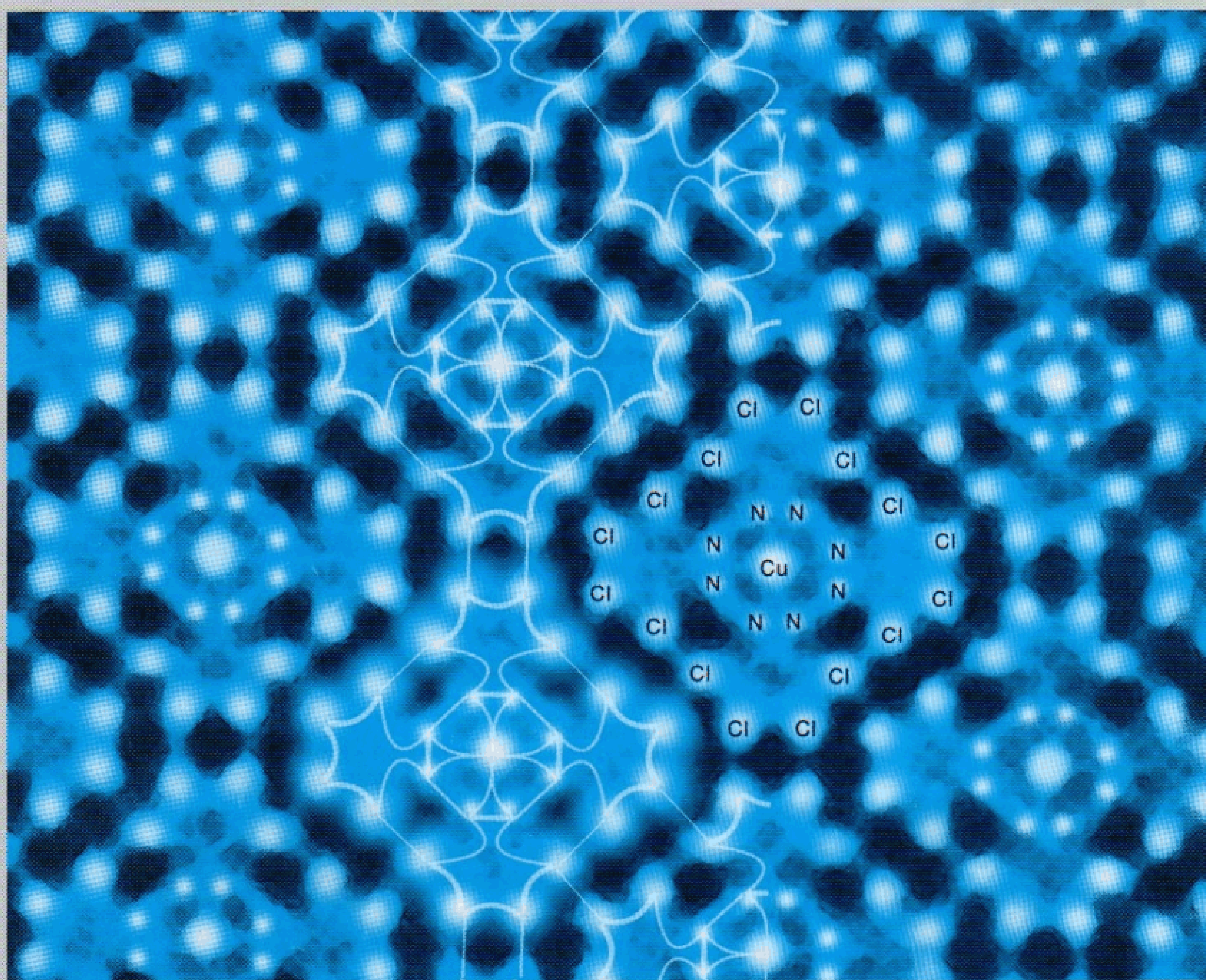
Rehabilitując elektron i przywracając pełne prawa ścisłemu rozumowaniu, należy potępić panujący przez siedemdziesiąt lat system filozoficzny zwany mechaniką kwantową. Aczkolwiek nie za to, że postawił błędną diagnozę, ale za to, że represjonował wszystkich tych, którzy mieli śmiałość twierdzić, że jest inaczej.

Michał Gryziński

Warszawa, wrzesień 2001 roku

Wyniki śledztwa:
elektrony w atomach i związkach chemicznych
poruszją się po ściśle określonych trajektoriach.

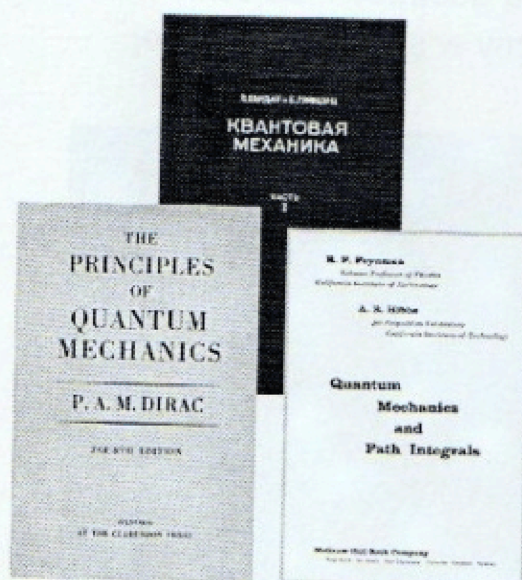
Dowód rzeczowy:
(N. Uyeda - Kyoto University).
Zdjęcia z transmisyjnego mikroskopu elektronowego, na którym można dostrzec niebieskie mostki łączące poszczególne atomy - to szlaki elektronów wiążących atomy w sieci krystalicznej.



Komentarz:
elektrony wiązki przechodzącej przez płaszczyznę kryształu są najsilniej rozpraszane przez rdzeń atomu i w obszarze, gdzie najczęściej przebywają kursujące między atomami elektrony. Obszarom tym na zdjęciu odpowiada kolor niebieski - odtworzone szlaki elektronów wiążących zaznaczono białymi liniami.

ZMIENIĆ PODRĘCZNIKI !

W ciągu minionych siedmiu dekad panowania mechaniki kwantowej zafałszowanie rzeczywistości osiągnęło taki stopień, że odróżnienie prawdy od fałszu jest dziś prawie niemożliwe. Jednocześnie nastąpiła daleko idąca indoktrynacja społeczności fizyków, która znakomicie utrudnia odkłamanie rzeczywistości. Zadaniem tej książki jest sięgnięcie do korzeni prawdy. A prawda ta, w telegraficznym skrócie, wygląda jak następuje:



Schować do archiwum !

Na Uniwersytetach wykłada się, że:

- w ramach klasycznej dynamiki nie jesteśmy w stanie i nigdy nie będziemy w stanie opisać atomu,
- w ramach klasycznej dynamiki nie jesteśmy i nigdy nie będziemy w stanie opisać doświadczenia Younga,
- w ramach klasycznej dynamiki nie jesteśmy i nigdy nie będziemy w stanie wyjaśnić efektu Ramsauera,
- w ramach klasycznej dynamiki nie jesteśmy i nigdy nie będziemy w stanie ... i tak dalej i tak dalej ...

Na poprzednich stronach pokazaliśmy, że:

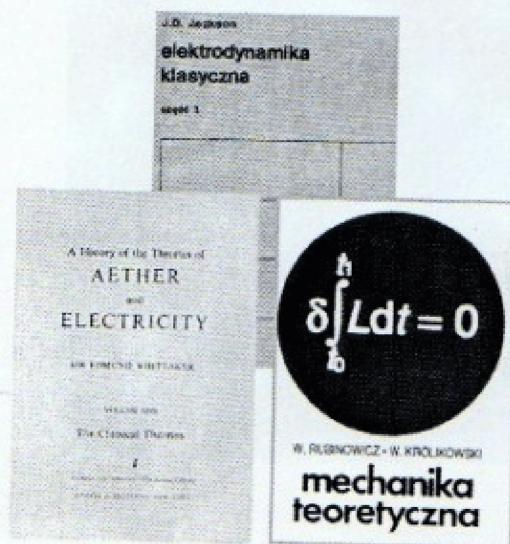
- w ramach klasycznej dynamiki można opisać strukturę atomu,
- w ramach klasycznej dynamiki można opisać doświadczenie Younga,
- w ramach klasycznej dynamiki można opisać efekt Ramsauera,
- w ramach klasycznej dynamiki można opisać ... i tak dalej i tak dalej ...

Na Uniwersytetach wykłada się, że w ogóle nie ma sensu mówić o orbicie elektronu w atomie i że "dobrzy" naukowcy w ogóle nie odwołują się do trójwymiarowych modeli.

Na poprzednich stronach pokazaliśmy, że trójwymiarowy model mikroskopowego świata, to kwintesencja i ostateczny cel naszych poszukiwań.

W szczególności pokazaliśmy, że:

- elektrony w atomach, związkach chemicznych i w ciele stałym poruszają się zgodnie z zasadami newtonowskiej dynamiki,
- w stanie podstawowym trajektorie elektronów zawsze mają swój początek i koniec w bezpośrednim sąsiedztwie atomowego jądra,
- w wiązaniu kowalencyjnym elektron porusza się wahadłowo, od jednego jądra, do drugiego jądra.



Odkurzyć i na półki !

Na Uniwersytetach wykłada się, że

stała Plancka h reprezentuje całkiem odmienny świat – tajemniczy świat kwantowy, który nie ma nic wspólnego z naszym trójwymiarowym doświadczeniem. Aby znaleźć się w „normalnym" świecie, we wszystkich teoretycznych relacjach powinniśmy położyć $h = 0$.

Na poprzednich stronach pokazaliśmy, że

stała Plancka h, to wielkość mówiąca o tym, że ruch wirowy jest immanentną cechą materii, której, ot tak, sobie pozbyć się nie możemy – bo to dopiero wtedy byłby inny, nierealny świat.

CO DALEJ ? CZY KRES NAUKI ?

Przedstawione na poprzednich stronach wyniki badań nad elektronową strukturą materii, domysły dotyczące sił jądrowych i struktury fotonu, to zaledwie początek drogi do zaniechanego w początkach ubiegłego stulecia przyczynowo-skutkowego opisu mikroświata. Opracowanie opartej na pojęciu zlokalizowanego elektronu unowocześnionej tablicy Mendelejewa, to punkt wyjścia na dwa różne szlaki naukowej przygody. Jeden, idący poprzez chemię, fizykę ciała stałego i kosmologię, do nieskończoności, jako że możliwości układania atomowych klocków są nieograniczone. Oraz drugi, zmierzający poprzez poznanie wewnętrznej struktury cząstek elementarnych do zera, gdzie lista fundamentalnych praw natury czekających na rozszyfrowanie wydaje się być nadzwyczaj krótka.

Tu można postawić następne pytanie: a co dalej ? Czy rozwój naukowy nie będzie mieć końca ?

Jest rzeczą oczywistą, że tej samej krzyżówki nie można rozwiązywać dwa razy. Ale jest również prawdą, że są gry, np. szachy czy brydż, gdzie zabawie nie ma końca. Kierunek zero wydaje się mieć swój koniec. ***Zestaw podstawowych praw leżących u podstaw materialnego świata wydaje się być ograniczony, stąd można oczekiwać tu kresu naukowego poznania.*** Oczywiście tę granicę, w sposób nieco sztuczny, można przesuwać. Można budować wielkie akceleratory i bez końca badać stany nieustalone kosmicznej substancji, mające postać nietrwałych obiektów zwanych cząstkami elementarnymi. Bardziej fascynujące zadanie stoi na kierunku nieskończoność. Tu można próbować tworzyć takie budowle, jakich natura sama dotąd, przynajmniej w naszym otoczeniu, nie stworzyła. Możemy, ocierając się o *science fiction*, próbować syntezować substancje o własnościach stojących na pograniczu fantazji. Możemy próbować odtwarzać w warunkach laboratoryjnych to, co istnieje w otchłaniach kosmosu, niedostępne bezpośredniej ludzkiej eksploracji. Oczywiście można postawić pytanie: ***a jaka z tego będzie korzyść ?*** I tu, w warunkach zapanowania nad otaczającym nas środowiskiem, kiedy nie musimy walczyć o przetrwanie, ***stajemy przed problemem sformułowania sensu swego istnienia.*** I to jest aktualnie zadanie podstawowe dla gatunku Homo-sapiens.

Człowiek: ciało + intelekt. Jest rzeczą bezsporną, że człowiek to dzieło Natury. Dalsze świadome udoskonalanie tego tworu wydaje się być naturalną kontynuacją poczynań Natury. Jego udoskonalanie to praca, tak nad rozwojem ciała, jak i nad rozwojem intelektu. Dotąd rozwój ten był wymuszany przez walkę o byt, o przetrwanie w konkurencyjnym środowisku. W nowej sytuacji, aby nie nastąpił regres, musimy warunki konkurencji symulować. Bazą tej symulacji jest sport, oraz nauka i kultura. ***Sport to wysiłek fizyczny, warunkujący rozwój ciała, a nauka i kultura to wysiłek umysłowy, warunkujący rozwój intelektualny człowieka.*** W warunkach cieplarnianych, przy braku wysiłku, każdy twór biologiczny ulega degeneracji. Niestety, rozwój techniczny, który przyniósł dwudziesty wiek, usunął z drogi człowieka większość naturalnych trudności, przynosząc degenerację ludzkiej społeczności. W tej sytuacji na pierwszy plan wysuwa się nie dalsze poznawanie tajemnic przyrody, czy dalsze udoskonalanie osiągnięć techniki, a wypracowanie modelu funkcjonowania człowieka w zmienionych warunkach bytowych.

Problemem jest dziś nie kres nauki, a kres istnienia gatunku jako takiego, który zapanowawszy nad środowiskiem nie wypracował mechanizmu samokontroli i naruszył środowisko, które powołało go do życia.

DEPRECJACJA NAUKI WE WSPÓŁCZESNYM ŚWIECIE

W wieku dziewiętnastym wykreowano obraz skromnego roztargnionego naukowca, dla którego poza probówką i matematycznymi formułami nic więcej nie istnieje. Według tego, funkcjonującego do dziś, schematu, ***naukowiec to człowiek pracujący dla dobra całej ludzkości, i to gratis.*** Naukowiec oczywiście nie powinien interesować się tym, co ta ludzkość z jego odkryciami zechce zrobić, a tym bardziej tym, jak różne pokrętne indywidua będą chciały na tych odkryciach zarobić. Jest ceniony w momentach, kiedy trzeba skonstruować jakąś nową bombę, ale, tak na co dzień, to gdzie mu się tam równać z obrotnym finansistą, ze skąpo ubraną „madonną", czy z fascynująco utapirowanym członkiem zespołu wokalnego.

Jest więc rzeczą naturalną, że środki masowego przekazu: wszechpotężna telewizja, prasa i radio, traktują naukowy margines ludzkości całkiem marginalnie. Nic więc dziwnego, że jedynie tylko ten i ów nie myli Einsteina, ***fizyka,*** z Eisenstainem, ***tym od kręcenia filmów,*** i tylko co bardziej wykształcony wie, że to ten pierwszy wymyślił wzór $E = mc^2$, a drugi nakręcił jeden z najwspanialszych filmów niemych: ***„Pancernik Patiomkin"***. O ile jednak o Einsteinie ten i ów mógł słyszeć, to tych, którzy zetknęli się z nazwiskami, takich gigantów matematycznej myśli, jak Euler, czy Lagrange, bez których nie mogłaby powstać współczesna cywilizacja techniczna, trzeba by ze świecą szukać.

Tak jak odkrywanie porządku w przyrodzie zawdzięczamy intelektualnej elicie, tak ta sama intelektualna elita winna wytyczać kierunek postępowania ludzkiej zbiorowości. Niestety, ***wybitne jednostki określające rozwój cywilizacyjny człowieka zostały w majestacie prawa, całkowicie pozbawione wpływu na to, jak ich osiągnięcia ludzka zbiorowość będzie wykorzystywać.*** Przykładem może tu być konsumpcyjnie ukierunkowane prawo patentowe. Wprowadzając zakaz patentowania odkrywanych praw natury, a więc tego, co jest najistotniejsze w rozwoju ludzkiej myśli, najwybitniejszym przedstawicielom ludzkiego gatunku odebrano możliwość wpływania na bieg wydarzeń w skali odpowiadającej wadze ich odkrycia (według, ustalonego regułami konsumpcji, prawa wynalazczego, Newton za swoje prawa stanowiące podstawę całej współczesnej techniki, nie dostałby ani centa – chyba żeby pokazał, że w oparciu o jego prawo puszkę do coca-coli można wykonać o ułamek centa taniej). Co więcej, aby ludziom nauki nie przyszło głowy, że są czymś lepszym od przeciętnego konsumenta wyników jego prac, to nawet w najbogatszym państwie Świata zapomogę w postaci nagrody Nobla – no bo jak się ma milion dolarów nagrody Nobla, zazwyczaj podzielony jeszcze pomiędzy dwu czy trzech beneficjentów, do miliardów dolarów zarabianych na mętnych operacjach finansowych – obłożono podatkiem. Te dwa akty „prawne", patentowe i podatkowe, to przejawy dominacji konsumpcji i pieniądza nad racjonalizmem człowieka myślącego. Za wyeliminowanie elit intelektualnych z wpływu na bieg wydarzeń na Ziemi odpowiedzialny jest pieniądz, który przejął kontrolę nad światem, a wprowadzając własny porządek prawny, na plan pierwszy wysunął konsumpcję i legitymizował rabunkową gospodarkę na Ziemi. ***Pieniądz zdeformował społeczność ludzką i zamiast służyć rozwojowi cywilizacji cywilizację tę zastąpił.*** Podporządkowane pieniądzu środki masowego przekazu spowodowały to, że

Świat dziś nie rozróżnia:

piękna od brzydoty,
patriotyzmu od nacjonalizmu,
samoobrony od agresji,
heroizmu od fanatyzmu,
przyczyn od skutków,

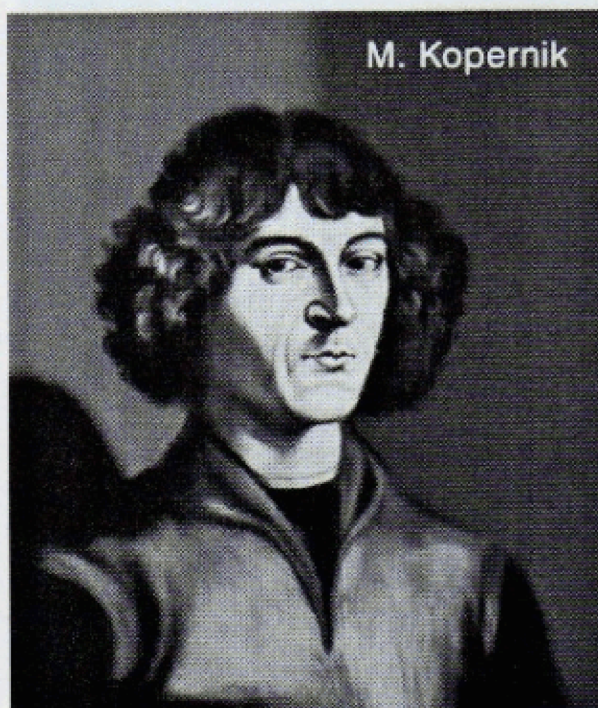
a fałsz, kłamstwo i obłuda zastąpiły prawdę, godność i honor.

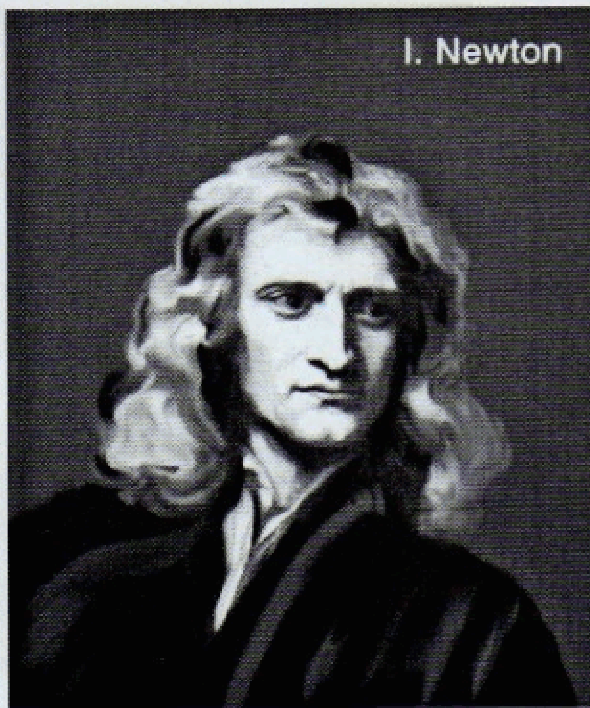
Nauka i przyszłość. Świat rozwijający się na bazie indywidualnych osiągnięć takich gigantów ludzkiego intelektu, jak Kopernik, Newton czy Mendelejew, stanął dziś wobec globalnych zagrożeń, których do końca nie jest świadomy. Stało się tak, ponieważ:

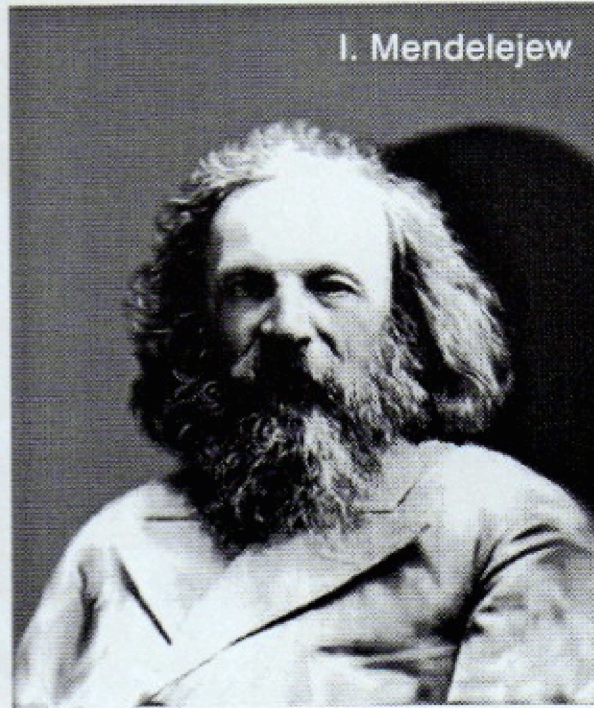
primo – nie wyciągnięto wniosków z odkrycia Kopernika, które powinno skłonić do refleksji nad rolą człowieka w Kosmosie;

secundo – nie wprowadzono ograniczeń w stosowaniu osiągnięć nauki i techniki, których lawinowy rozwój zapoczątkował Newton, w wyniku czego nastąpiła daleko idąca dewastacja powierzchni globu;

tertio – nie uświadomiono sobie potęgi odkryć chemicznych zapoczątkowanych pracami Mendelejewa, które bezmyślnie eksploatowane zatruły naturalne środowisko człowieka, które powołało go do życia.







Rozwój wiedzy zawdzięczamy konkretnym ludziom. Trzy giganty ludzkiej myśli: Polski astronom, Mikołaj Kopernik (1473-1543), który dał początek współczesnej kosmologii, Angielski fizyk i matematyk, Izaak Newton (1642-1727), który stworzył podwaliny współczesnej fizyki oraz Igor Mendelejew (1834-1907), który, odkrywając reguły tkwiące u podstaw organizacji materii, otworzył drogę współczesnej chemii i w konsekwencji współczesnej chemii molekularnej i biochemii.

Wszystko wskazuje na to, że ***dzisiejszy dramat człowieka, to pochodna całkowitego zawłaszczenia przez konsumpcyjnie nastawioną większość, praw ludzi nauki do dysponowania wytworami ich intelektu i wykorzystania ich w innych celach, niż to przyświecało ich odkrywcom.*** A pamiętajmy o tym, że to, co zostaje ostatecznie po człowieku, to ich dzieło, a po tym, co konsumował zostaje jedynie toksyczny odpad, zabójczy dla następnych pokoleń. Jeżeli funkcjonuje dziś pojęcie Homo-sapiens, to funkcjonuje ono dzięki nielicznym, dzięki takim jak Ci pokazani na zdjęciach powyżej. Ale intelekt to nie tylko poznawanie praw funkcjonowania natury, to również modelowanie tej natury, której rozwój wyraża się w zastępowaniu chaosu coraz wyższym stopniem harmonii. A,

harmonia słów, to Homer i Szekspir,

harmonia dźwięku, to Bethoven i Mozart,

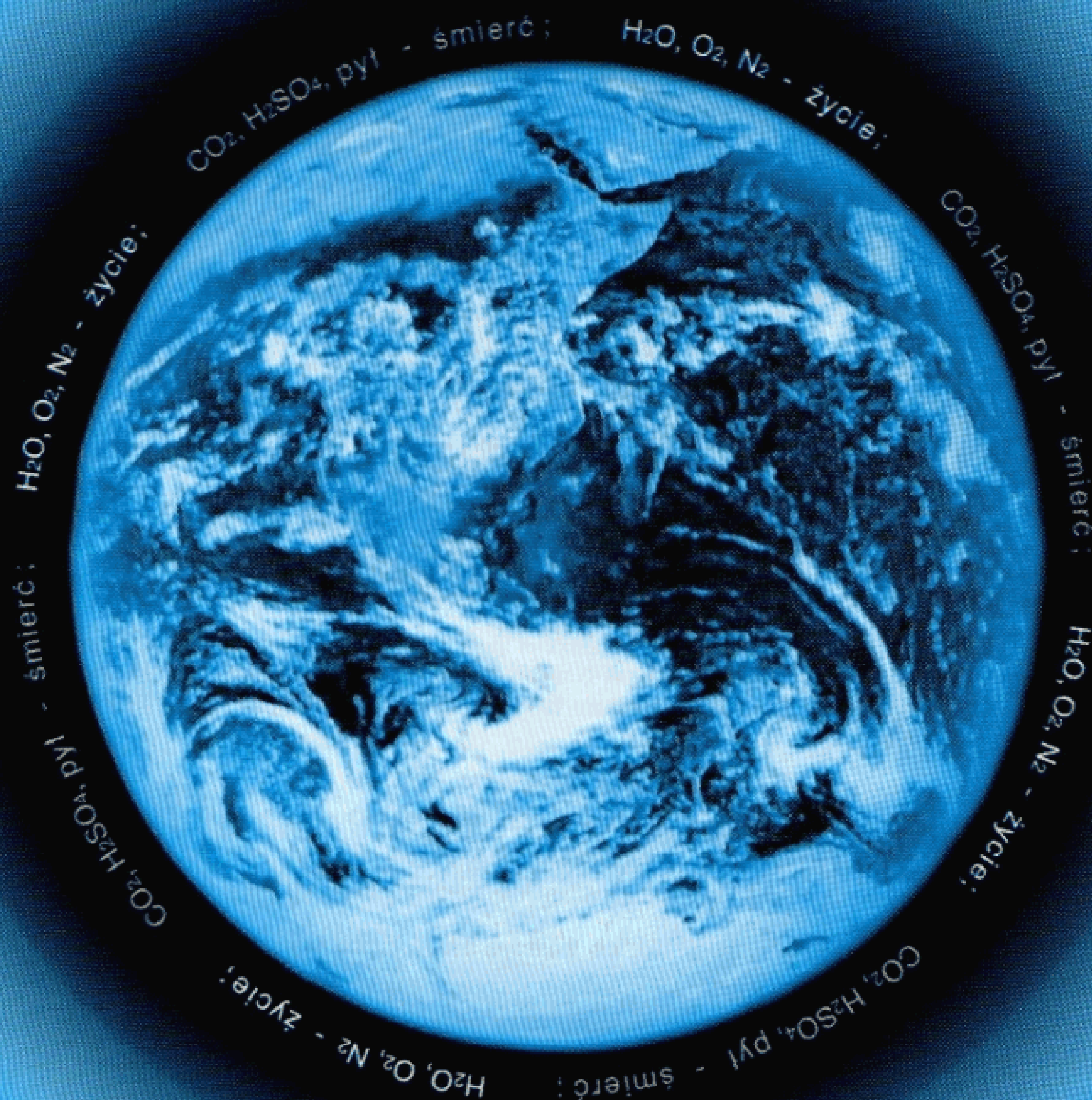
harmonia ruchu, to Michał Anioł i Czajkowski.

ZIEMIA

wyjątkowe miejsce, gdzie odpowiednie warunki fizyczne:

wielkie bogactwo atomów: H, C, N, O, Na, Cl, Ca, Fe...
odpowiednie źródło energii - Słońce, aby mogły zachodzić subtelne reakcje chemiczne
umiarkowane siły grawitacyjne, pozwalające na powstanie dużych układów molekularnych

istniejące dostatecznie długo, miliardy lat, umożliwiły powstanie biologicznego układu zwanego człowiekiem.



CZŁOWIEK - KRÓTKI EPIZOD W ŻYCIU PLANETY

WENUS
życia jeszcze nie ma

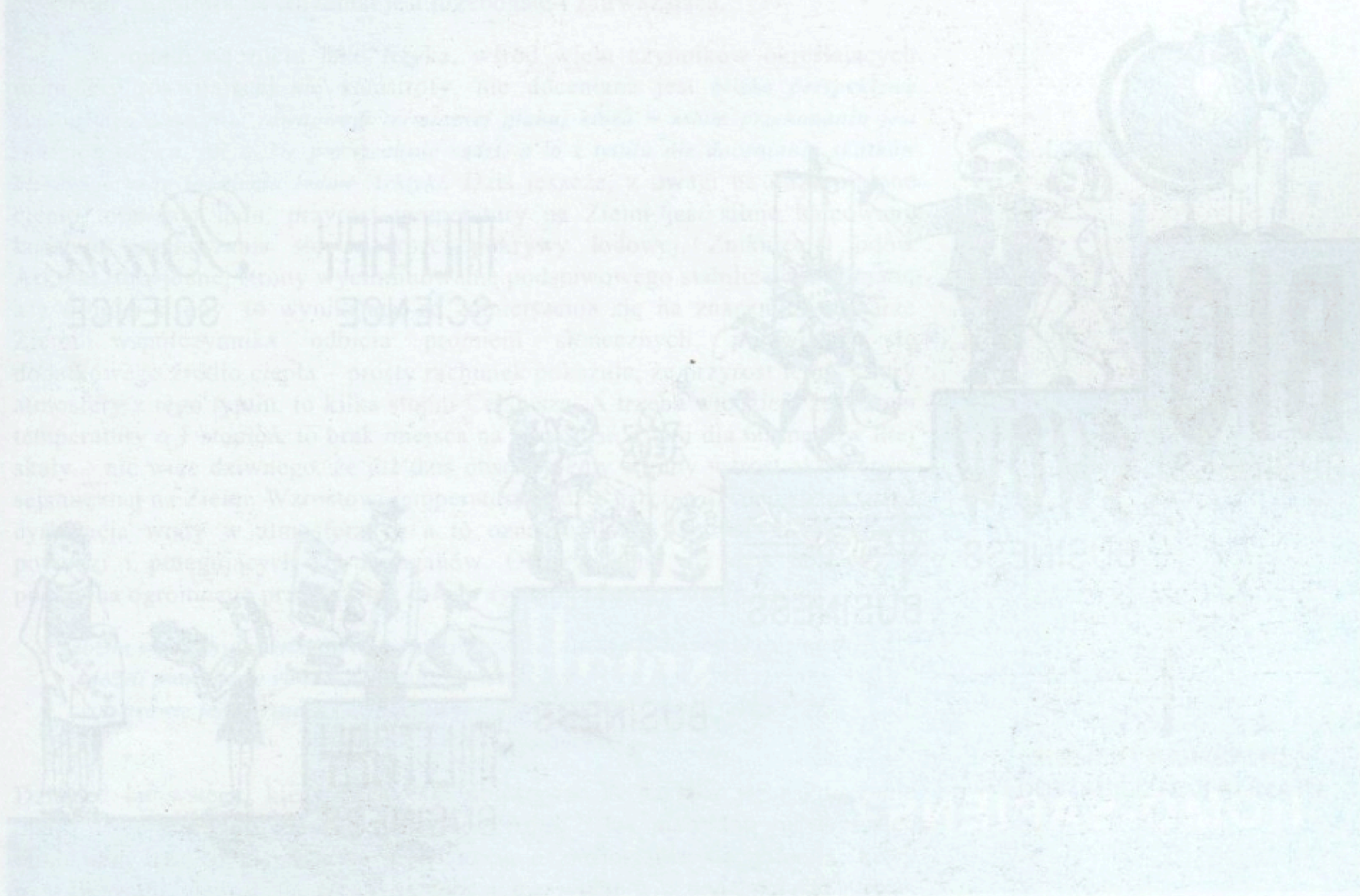
ZIEMIA
eksplozja życia

MARS
życia już nie ma

Nasza planeta widziana z połowy odległości do księżyca (misja Apollo 11 - NASA).

Epilog

ALARM DLA PLANETY ZIEMIA



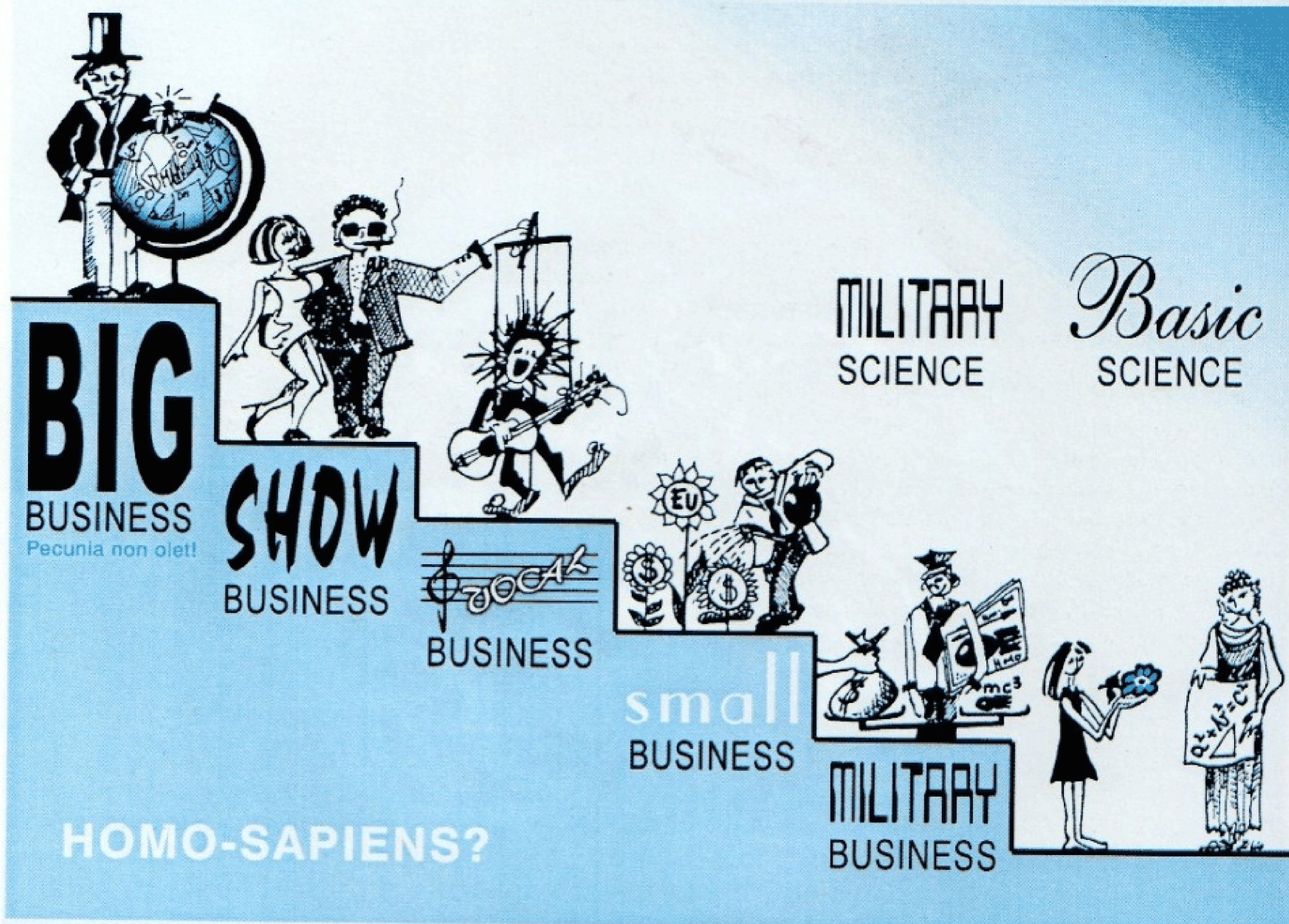
Zniszczona przez człowieka równowaga ekologiczna na Ziemi jest już faktem. Gatunek Homo-sapiens, jak i praktycznie cała fauna, ulega zagładzie. W obliczu globalnej katastrofy rozpoczęła się już skryta bitwa o przetrwanie. Za parawanem wzniosłych haseł jedni ludzie występują przeciw drugim. Wspaniałe osiągnięcia ludzkiego intelektu zaprzęgnięte zostały do wyniszczenia całych narodów i społeczeństw. Nie jest już największym zagrożeniem dla człowieka, działająca na wyobraźnie, aczkolwiek przekracza jego możliwości percepcyjne, wojna termojądrowa. Największym zagrożeniem stała się genetycznie modyfikowana broń bakteriologiczna. Poddanie się złudzie możliwości selektywnego jej użycia, to całkowity kres życia na Ziemi.

Czy czynnik intelektu w rozwoju gatunku jest na tyle duży, aby prymitywne metody rozwiązania globalnego kryzysu wyeliminować – to podstawowe pytanie, przed którym stanęła dziś ludzkość. Nie pozostaje nic innego, jak mieć nadzieję, że tak.

Co jest warta wiedza o atomie, jeżeli:

- każdego dnia z ręki człowieka ulega zagładzie kilkadziesiąt form życia biologicznego, które **NATURA** syntetyzowała setki milionów lat,
- kiedy zużywa on w ciągu roku zasoby energetyczne, które **NATURA** gromadziła przez miliony lat,
- kiedy z tępą bezmyślnością, w imię **FAŁSZYWYCH POJĘĆ ZYSKU I MODY,** burzy środowisko, które powołało go do życia

i w konsekwencji **ZMIERZA KU TOTALNEJ SAMOZAGŁADZIE.**



Być może jednak **WIEDZA O ATOMIE I WIEDZA W OGÓLE** *okażą się ostatnią deską ratunku w walce o przetrwanie gatunku, któremu, szybciej niż to się powszechnie sądzi, grozi*

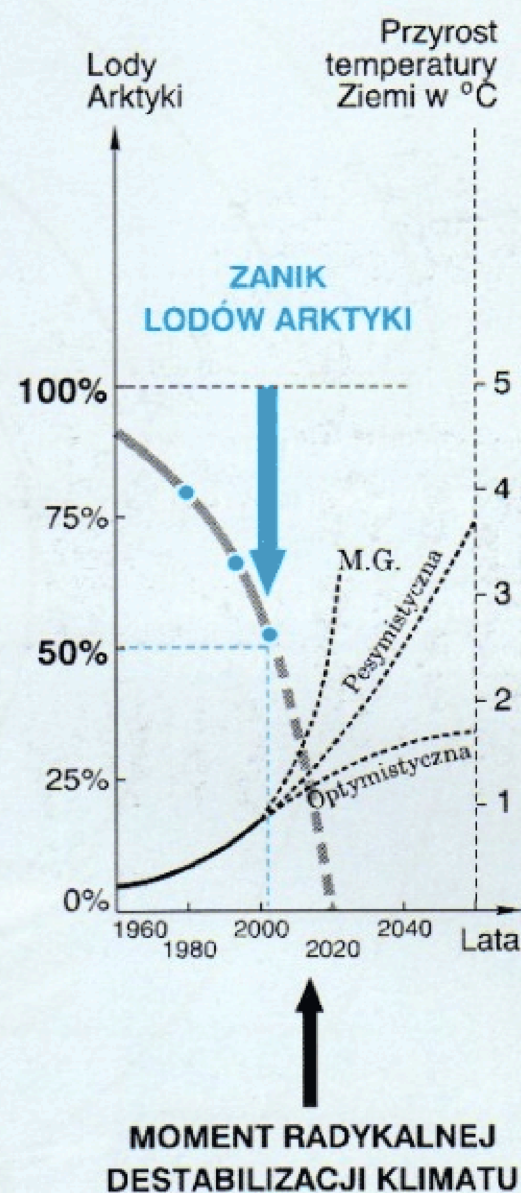
ŚMIERĆ BIOLOGICZNA – toniemy w odchodach bezmyślnej konsumpcji, a nie znająca granic podstępna broń biologiczna coraz szerzej znajduje zastosowanie,

ŚMIERĆ KULTUROWA – narody, języki, tradycja są miażdżone poprzez bezideowy system globalnej informatyki i kosmopolityczną propagandę łamiącą tradycyjne granice państw i brutalnie wdzierającą się do każdego domu.

DLACZEGO ALARM ?

Przedstawione na poprzednich stronach wyniki moich, prowadzonych przez wiele lat badań, to mój wkład w rozszyfrowywanie logiki funkcjonowania Natury i mój przyczynek do rozwoju naszej cywilizacji, obejmującej wszystkie kontynenty i wszystkie rasy, z całą ogromną paletą kultur i tradycji. Ale próbując przesuwać coraz dalej granice naszego poznania, należy liczyć się z faktem, że badania naukowe stanowią jedynie niewielki fragment działalności człowieka i pomimo, że społeczność ludzka powszechnie korzysta z wyników tych badań, to interesują one jedynie nielicznych. To, czy Ci, którzy determinują rozwój cywilizacji, będą mogli egzystować, jest uzależnione od egzystencji całego społeczeństwa – a ono, niestety, podporządkowane prymitywnym odruchom biologicznym, jakimi są konsumpcja i rozmnażanie, wielkimi krokami zmierza ku samozagładzie. Ewidentnych dowodów na to jest co niemiara. Literatura na ten temat jest przebogata i zatrważająca.

W moim odczuciu jako fizyka, wśród wielu czynników określających dynamikę rozwijającej się katastrofy, nie doceniana jest ***bliska perspektywa całkowitego zburzenia równowagi termicznej globu, która w moim przekonaniu jest znacznie bliższa, niż to się powszechnie sądzi, a to z tytułu nie doceniania skutków błyskawicznego topnienia lodów Arktyki.*** Dziś jeszcze, z uwagi na duże utajone ciepło topnienia lodu, przyrost temperatury na Ziemi jest silnie hamowany kosztem zmniejszania się wielkości pokrywy lodowej. Zniknięcie lodów Arktyki, to z jednej strony wyeliminowanie podstawowego stabilizatora klimatu, a z drugiej strony, to wynikające ze zmniejszenia się na znacznym obszarze Ziemi współczynnika odbicia promieni słonecznych, pojawienie się dodatkowego źródło ciepła – prosty rachunek pokazuje, że przyrost temperatury atmosfery z tego tytułu, to kilka stopni Celsjusza. A trzeba wiedzieć, że wzrost temperatury o 1 stopień, to brak miejsca na obwodzie Ziemi dla 60 metrów litej skały – nic więc dziwnego, że już dziś obserwujemy istotny wzrost aktywności sejsmicznej na Ziemi. Wzrostowi temperatury będzie przeciwdziałać zwiększona cyrkulacja wody w atmosferze – a to oznacza dalszy wzrost gwałtownych powodzi i potęgujących się huraganów. Obserwowane już dziś objawy, to pochodna ogromnego przeciążenia całego systemu ekologicznego Ziemi.



Można się spierać o wielkość tego przeciążenia, ale nie będę daleki od prawdy, jeżeli powiem, że system ekologiczny Ziemi jest o dwa rzędy przeciążony. O prawie jeden rząd, z racji nadmiernej populacji i o ponad jeden rząd, z tytułu bezmyślnej konsumpcji.

Dziesięć lat wstecz, kiedy zaczynała powstawać ta książka jej zakończenie miało nosić podtytuł: *„Epilog z odrobiną ironii".* Jak nietrudno się domyśleć miało tam być co nieco ironicznych uwag o zachowaniu się gatunku, który pyszałkowato nazwał się Homo-sapiens i nie widzi nadchodzącej katastrofy. Tempo wydarzeń przybrało jednak takie rozmiary, że ironizowanie przestało mieć jakikolwiek sens.

Globalna katastrofa przestała być odległą perspektywą, a staje się faktem. Gigantyczna, bezmyślna konsumpcja, wyrosła na bazie indywidualnych osiągnięć ludzkiego intelektu, zniszczyła środowisko, z którego wyrósł człowiek. Tak zwana liberalna gospodarka, negując fakt, że Ziemia to system zamknięty, a przeto rozwój musi mieć swoje granice i działalność człowieka musi być podporządkowana określonym rygorom, doprowadziła ten system do skraju totalnej katastrofy.

Liberalizm gospodarczy, który przyniósł lawinową produkcję dóbr konsumpcyjnych, przypomina lawinowy rozwój komórek rakowych, których „wspaniały" rozwój zabija żywiciela.

Ex pulvere natus es,
in pulverem reverteris.

Z prochu powstałeś,
w proch się obrócisz.

Fotokopia kluczowej strony z rękopisu M. Kopernika *"De Revolutionibus Orbium Caelestium"*
Odkrycie, z którego do dziś człowiek nie wyciągnął właściwych wniosków.

CZY JEST JESZCZE JAKAŚ SZANSA ?

Próbując znaleźć jakąś odpowiedź na powyższe pytanie, należy uzmysłowić sobie fakt, że rozmnażanie i agresywna postawa w stosunku do otoczenia jest wkomponowana w proces rozwoju każdego gatunku. Agresja wewnątrz tego samego gatunku pojawia się wtedy, kiedy zaczyna brakować przestrzeni życiowej dla zbyt gwałtownie rozwijającej się populacji, bądź też jest oznaką degeneracji gatunku cieplarnianymi warunkami. Wydawałoby się, że rozwój intelektualny człowieka, wyróżniający go z pośród innych tworów żywych, powinien obu tym destrukcyjnym czynnikom zapobiec. Niestety rzeczywistość okazała się całkiem inna, a proces samo-agresji wszedł na jakościowo nowy poziom, kiedy to „postęp" naukowo-techniczny uzbroił człowieka w broń palną. To właśnie ten wynalazek zaowocował wyniszczeniem całych narodów i kultur Środkowej i Północnej Ameryki. Wstrząsającym świadectwem kryzysu ludzkiej społeczności może być, przytoczony poniżej, fragment listu wodza Indian do prezydenta U.S.A. z roku 1854, kiedy to rząd w Waszyngtonie zaproponował wodzowi Seattle wykupienie terenów, na których żyły niedobitki jego szczepu.

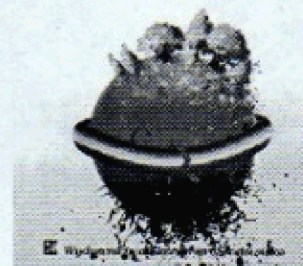
... Jakże możecie chcieć kupować Niebo i ciepło Ziemi, lub je sprzedawać ? Myśl ta jest nam obca. Nie do nas należy ani świeże powietrze, ani mieniąca się woda. Jakże chcecie je kupić? Każde miejsce tej Ziemi jest święte dla mego ludu. Każda lśniąca igła jodłowa, każdy piaszczysty brzeg rzeki, każda polana, wszelkie brzęczenie owada jest zrośnięte z mym ludem... Jesteśmy częścią tej Ziemi a ona jest naszą częścią. Pachnące kwiaty są naszymi siostrami, jeleń, koń i wielki orzeł są naszymi braćmi. Skaliste zbocze, ciepło konia, ciepło człowieka wszystko to jest tą samą rodziną... Pomimo wszystko jesteście być może naszymi braćmi. Jesteśmy pewni, ze biały człowiek odkryje któregoś dnia, że jego Bóg i nasz Bóg są tym samym... Być może wydaje się białemu człowiekowi, ze Go (Boga) posiada, tak jak wy chcecie posiąść naszą Ziemię. Ale to nie jest możliwe... Ziemia jest Mu zbyt droga a zadanie jej krzywdy napełniłoby Stwórcę podejrzliwością... Gdy wasze miejsca zamieszkania będą, choć raz zarażone, udusicie się we własnych śmieciach...

Przytoczony fragment listu zawdzięczam prof. Krzysztofowi Maurinowi. Fragment ten znalazł się w jego referacie „Matematyka jako język i sztuka" wygłoszonym na Seminarium, które odbyło się w 1980 roku u Papieża Jana Pawła Drugiego w Castel Gandolfo.

I teraz następują tragiczne, ale jakże prorocze zdania owego listu:

Wiemy, że biały człowiek nie rozumie naszych obyczajów. Jedno miejsce na Ziemi wydaje mu się takie samo jak inne, ponieważ jest obcym, który przychodzi w nocy i zabiera Ziemi to, co jest mu potrzebne. Jest Ona mu wrogiem. nie siostrą ! I gdy jedno miejsce zdobył idzie po nowe... Obchodzi się ze swą Matką – Ziemią, ze swym Bratem – Niebem, jak z przedmiotami, które się kupuje, rabuje, sprzedaje, jak owce czy lśniące perły. Jego chciwość pożre Ziemię i pozostawi pustynię...

Ileż piękna, jaka głęboką myśl i jaki ogrom tragizmu kryją się za tymi słowami ! To „cywilizowany" Europejczyk, zgotował – nieporównywalny z żadnym innym – holocaust wielomilionowej społeczności, która żyła w zgodzie i harmonii z Naturą. Prorocze słowa wypowiedziane 150 lat temu dziś stają się faktem. To chciwość zbudowana na pieniądzu pożera Ziemię, a człowiek ginie w odchodach tak zwanej cywilizacji. Tymczasem ***niektórzy posiadacze pieniądza uznawszy siebie za nośnika cywilizacji próbują się ratować kosztem „niecywilizowanej" reszty.***



Głosy ludzi nauki o dramatycznej sytuacji na Ziemi, takie jak raport Klub Rzymskiego z 1964 roku, czy jak ta niedawno wydana książka, są świadomie wyciszane przez bojące się utracić swe profity elity pieniądza.



Kiedy przed ponad czterdziestu laty dane mi było znaleźć się w składzie oficjalnej polskiej delegacji na światową konferencję zorganizowaną pod auspicjami ONZ, na którą przybyła praktycznie cała ówczesna elita światowej nauki, a nauka była wówczas poważana na najwyższych szczeblach władzy, byłem przekonany, że Świat podąża właściwą drogą. Niestety niewidzialna ręka tą ratunkową szalupę skierowała na podwodne rafy.

Z rozmiarów rozwijającej się katastrofy masy nie zdają sobie jeszcze sprawy. Znane są one wpływowym grupom, które podjęły dalekosiężne egoistyczne decyzje o globalnym zasięgu zawiązując podstępny światowy spisek. I tak, zamiast globalnego współdziałania, tworzy się w pokrętnych celach, rywalizujące między sobą regionalne bloki militarno-ekonomiczne, roznieca się narodowe, religijne i rasowe konflikty, a gwałtowna eskalacja brutalnych metod działania przekracza ludzką wyobraźnię. Zbrodnicza koncepcja użycia osiągnięć ludzkiej myśli na polu biologii i genetyki, jako oręża eko-faszyzmu (między innymi poprzez zcentralizowaną i kontrolowaną sieć dystrybucji żywności), to wyraz skrajnej degeneracji i daleko posuniętego braku wyobraźni u liderów wyselekcjonowanego holokaustu. Tu nasuwa się pytanie: czy musiało do tego dojść ? Chyba przy innym splocie okoliczności sprawy mogły się potoczyć inaczej, jako że po pierwszej wojnie światowej pojawiły się głosy rozsądku, które zaowocowały powstaniem Ligi Narodów. Niestety próba się nie powiodła, jak i nie powiodła się druga próba, kiedy to po drugiej wojnie światowej powstała Organizacja Narodów Zjednoczonych. W 1969 roku został zlekceważony dramatyczny apel Sekretarza Naczelnego tej organizacji U.Thanta, który powiedział: *„Jeżeli w ciągu najbliższego dziesięciolecia nie zorganizuje się współdziałania na skalę światową, to obawiam się, że wspomniane przeze mnie problemy osiągną tak zatrważające rozmiary, że ich opanowanie nie będzie już w naszej mocy"*.

Istotnie, dziś już nie ma wątpliwości – jesteśmy świadkami wydarzeń, które wymykają się z pod kontroli. Ale próbując mimo wszystko opanować sytuację, należy najpierw postawić prawidłową diagnozę. Wyniki diagnozy muszą znać wszyscy i wszystkich jednakowo ma dotyczyć, podporządkowana moralno-etycznym zasadom i prawom natury, kuracja. Z uwagi na ogrom rozniecionej nienawiści pomiędzy narodami oraz różnymi grupami etnicznymi i wyznaniowymi ***jedynym miejscem, skąd może wyjść skuteczna akcja na zatrzymanie rozwijającej się lawinowo katastrofy,*** pomimo wszystkich swoich niedoskonałości, ***to Forum Rady Bezpieczeństwa ONZ i nadzieja w tym, że zasiadający tam przedstawiciele ujrzą problem we właściwym świetle i zechcą solidarnie działać w imieniu całego gatunku:***



**...białych i czarnych
żółtych i czerwonoskórych,
tych z Ameryki i tych z Afryki,
tych z Europy i tych z Azji
i wszystkich innych tych i nnych tamtych.**

Miejmy w pamięci słowa, dramatycznie poszukującego dróg porozumienia światowej społeczności,

papieża Jana Pawła II,

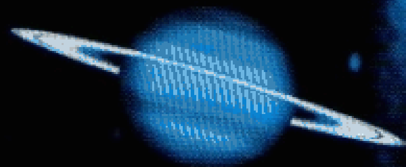
który w encyklice *„Sollicitudo rei socialis"* apeluje i zwraca się do ludzkich sumień :

„...budować razem, jeśli chce się uniknąć zagłady wszystkich ... zagraża wszystkim powszechna wojna bez zwycięzców i zwyciężonych."



Zwycięstwo pieniądza. Rozum pobity.

Ogrom i majestat,
chłód i groza.



W tej bezgranicznej przestrzeni zatraca się sens poszukiwania odpowiedzi na pytanie: dlaczego?
Tu jest kres deterministycznego poznania.
Tu kończy się fizyka i pojawia się miejsce dla wiary - wiary, która być może nie jednemu myślącemu będzie potrzebna, aby nie ugiąć się pod ciężarem przerażającej nicości.

Zdjęcie wykonane z teleskopu kosmicznego Hubble'a, NASA.

**Piękno i wdzięk,
ciepło i smutek.**



Maja Plisiecka - rosyjska tancerka w scenie finałowej „Jeziora Łabędziego".

Zdjęcie wykonane podczas występów gościnnych na scenie Teatru Wielkiego w Warszawie, maj 1961r.

Trochę osobistych informacji ...

A więc mam 180 cm wzrostu (w barach się niestety nie mierzyłem, ale na pewno daleko mi do super-mena), mam oczy niebieskie (miałem je zawsze takie niezależnie od panującego ustroju), włosy blond (nordyk) – niestety już nieco przerzedzone i wysokie myślące (!) czoło (mózg jeszcze nie ważony).

Na Świat przyszedłem 29 września (stąd moje imię Michał) 1930 roku w nadwiślańskim mieście Warszawa. Ochrzczono mnie w kościele na Kamionku na Pradze. Pierwsze nauki o historii mojego Kraju i o życiu w ogóle, zacząłem pobierać w przedszkolu u sióstr zakonnych Szarytek. Niewiele lat później, kiedy Kraj został napadnięty przez wroga, znalazłem się, wraz z moim najbliższym kolegą Jurkiem Dobrzańskim, w polskim harcerstwie (dziś niestety Jurka już nie ma, w 1998 roku dosięgła go we własnym domu zbrodnicza ręka).

Wiedzę zdobywałem we wspaniałym gimnazjum i liceum im. Władysława IV-ego. „Zawadziłem" o szkołę muzyczną, aby ją porzucić dla inne pasji młodzieńczych lat, jaką była siatkówka. Wraz z Jurkiem trenowaliśmy z pasją, prowadzeni ojcowską ręką trenera Romualda Wirszyły w warszawskim AZS-ie. Z biegiem lat miejsce siatkówki zaczęła zastępować nauka (aczkolwiek i dziś jeszcze z wielką przyjemnością pójdę poodbijać piłkę). Lata 1949 – 1955 na Politechnice Warszawskiej. I znowu, wspaniałe studia, wspaniali profesorowie i wspaniali koledzy, a wśród nich: Andrzej Au i Jerzy Sawicki. Pomimo stalinowskiego terroru (tu tkwią początki dzisiejszego dramatu) – ku ogromny entuzjazm nauki i odbudowy Kraju.

Wreszcie fizyka. Po ukończeniu studiów podjąłem pracę najpierw w katedrze Chemii Jądrowej u Prof. Ignacego Złotowskiego, aby po roku przejść do Instytutu Badań Jądrowych do Prof. Andrzeja Sołtana. Pracując w tym okresie na Hożej, gdzie znajdowała się główna kwatera polskiej fizyki, miałem okazję zetknąć się z Prof. Leopoldem Infeldem, czy z Prof. Jerzym Niewodniczańskim, z dawnej stolicy Polski – Krakowa, który osobiście wstawił się u ówczesnych władz o wyrażenie zgody na mój wyjazd do USA na przysłane mi stamtąd zaproszenie. A ryzyko przez Niego podjęte było nie małe. Kiedy w 1959 roku odwiedziłem, wschodzącą gwiazdę polskiej fizyki, Jurka Sawickiego, przebywającego w centrum amerykańskiej fizyki, jakim wówczas był Ośrodek Badawczy w Prinston pod Nowym Jorkiem, ten przez całą noc namawiał mnie, abym wybrał „wolność" i tu w Prinston został. Nie wiem, jak by się to skończyło, gdybym przystał na radę Jurka, bo Jurkowi przyszło zginąć w katastrofie samolotowej na trasie Paryż-Rzym (wieść niesie, że pecha mieli ci, którzy z nim lecieli, bo Jurek zbyt dużo wiedział na temat bomby wodorowej).

O tym, co robiłem w międzyczasie można dowiedzieć się z tej książki. Dodam tylko tyle, że starałem się żyć zgodnie z hasłem lwowskich Sokołów „W zdrowym ciele zdrowy duch". Cały swój czas dzieliłem pomiędzy naukową pracę, a sport i turystykę. Kajakiem przyszło mi opłynąć, i to nieraz po kilka razy, prawie wszystkie polskie rzeki, pływać po Dunaju i górskich rzekach Jugosławii, po Adriatyku i Morzu Śródziemnym. Być z plecakiem w górach Kaukazu, Ałtaju i Nepalu – w tym ostatnim przypadku samotnie ! Chciałbym tam jeszcze wrócić i obejść Anapurnę !

Kilka konkretnych faktów:

Urodzony:	29 września 1930 roku w Warszawie.
Dwoje dzieci:	Hanna Gryzińska (28) - jej grafika określiła kształt książki, Michał A.Gryziński jr (25) - komputerowy skład tej książki to jego dzieło.
Wykształcenie:	magister inżynier - studia na wydziale Łączności Politechniki Warszawskiej 1950-1955, doktorat z fizyki teoretycznej uzyskany w Instytucie Badań Jądrowych w 1966 r.
Zainteresowania:	siatkówka (prawie zawodowiec), pływanie, kajaki, żagle, narty, turystyka (Kaukaz, Ałtaj, Nepal).



Nie tak dawno, gdzieś w Polsce.

Czym się zajmowałem:

- FIZYKA TEORETYCZNA: zderzenia atomowe, teoria budowy atomu, astrofizyka.
- FIZYKA EKSPERYMENTALNA: fizyka plazmy i kontrolowana synteza termojądrowa.

Co mi się udało zrobić:

- Zaczęło się od opracowania niezwykle skutecznej teorii zderzeń atomowych, noszącej nazwę przybliżenia zderzeń binarnych (Phys.Rev. 1957, 1959, 1965), która była dowodem na to, że elektrony w atomie poruszają się zgodnie z prawami fizyki klasycznej.
- Punktem zwrotnym w moich rozważaniach nad budową atomu było odkrycie błędu popełnionego przez Bohra - okazało się, że elektrony w atomie poruszją się nie po okręgu, a radialnie w kierunku jądra (INR report 1965, Phys.Rev.Lett. 1965).
- Jakościowo nowym elementem w badaniach zawiłych zjawisk mikroświata było wyjaśnienie zagadki falowo-korpuskularnego dualizmu (raport IBJ 1965, 1-st IAPC, N.J. 1968, Int.J. of Theor. Phys. 1987) - podważone zostały podstawy filozoficzne całej mechaniki kwantowej.
- Najnowszy rezultat śledztwa w sprawie budowy atomu, to rozszyfrowanie elektronowej budowy atomu helu (www.ipj.gov.pl/~gryzinski - 1999).
- Odkrycie błędu w Bohrowskim modelu atomu pozwoliło mi rozszyfrować kluczowe elementy wiązania chemicznego (Chem. Phys. Lett. 1994), a w szczególności określić tor elektronu w zjonizowanej cząsteczce wodoru (rozdz. 4 tej książki).
- W zakresie fizyki eksperymentalnej główne moje osiągnięcia to: sformułowanie koncepcji izolacji magnetycznej (1959) i w oparciu o tą koncepcję skonstruowanie JONOTRONU - urządzenia generującego strumienie jonów o natężeniu milionów amperów; byłem również inicjatorem nowego kierunku badań w zakresie kontrolowanej syntezy jądrowej opartego na zasadach optyki jonowej - jego angielska nazwa to: ion beam fusion (raporty IBJ 711-715, 1965, II-E. Conf. PPCNF, Stockholm 1967).

Na wokandzie sądowej po raz wtóry.

SPRAWA ATOMU

FAKTY OD, KTÓRYCH POCZĄTEK BIERZE SPRAWA:

identyfikacja ELEKTRONU – Joseph John Thomson
odkrycie JĄDRA ATOMU – Ernest Rutherford
odkrycie CZĄSTEK ŚWIATŁA, FOTONÓW – Max Planck, Albert Einstein
odkrycie „FALOWYCH WŁASNOŚCI MATERII" – Louis de Broglie

WYROK PIERWSZEGO PROCESU:

Natura funkcjonuje na pozbawionych logiki zasadach, a atom to obiekt, którego w ramach normalnych pojęć życia dnia codziennego opisać się nie da, trzeba wobec tego powołać do życia nową teorię zwaną Mechaniką Kwantową.

Główni animatorzy powyższego wyroku:

Niels Bohr,
Max Born,
Werner Heisenberg,
Ernest Schrödinger.

Votum separatum od wyroku założyli:

Louis de Broglie – po pewnych wahaniach,
Albert Einstein – bez zdecydowanego zaangażowania się w sprawę,
Henry Antony Lorentz – ten zdecydowanie twierdził, że to nonsens,
Joseph John Thomson – świadom swoich dokonań był ponadto.

ZGŁOSZENIE WNIOSKU O REWIZJĘ WYROKU

Wnioskodawca:
Michał Gryziński.

Termin i miejsce pierwszej apelacji:
Physical Review Letters, Vol.XIV, str.1059, rok 1965.

Uzasadnienie wniosku:
Wykrycie błędów popełnionych przy formułowaniu pierwszego wyroku i pokazanie w oparciu o stare, jak i nowe nieznane przedtem fakty, prostoty, elegancji i żelaznej logiki mikroświata.





Niels Bohr o mechanice kwantowej:
„Jeżeli sądzisz, że rozumiesz ją, świadczy to jedynie o tym, że nie znasz jej podstaw."